

**Untersuchungen
über den Einfluß des Lebensalters
bei Bulle und Eber
auf Spermienmotilität und -morphologie**

Anke Lotze

Disbui. München

1989

Aus der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Lehrstuhl: Prof. Dr. W. Leidl

Untersuchungen über den Einfluß des Lebensalters
bei Bulle und Eber auf Spermienmotilität und -morphologie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Anke Lotze
aus
Fürth
1989

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. M. Rüsse

Referent: Univ.-Prof. Dr. W. Leidl

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Dr.habil. G. Brem

Tag der Promotion: 24. Februar 1989

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung	1
2 Literatur	2
2.1 Makroskopische und mikroskopische Hoden- untersuchungen	2
2.1.1 Testikularbiometrie	2
2.1.2 Entwicklung der Tubuli seminiferi	7
2.1.3 Entwicklung der Sertolizellen	8
2.1.4 Entwicklung der Leydigzellen	9
2.2 Hormonstatus in unterschiedlichen Lebens- altern nach der Pubertät	9
2.2.1 FSH- und LH-Spiegel	9
2.2.2 Testosteron	11
2.3 Entwicklung der Spermaparameter in Abhängig- keit vom Lebensalter	13
2.3.1 Volumen	13
2.3.2 Spermienkonzentration	14
2.3.3 Spermienmorphologie	15
2.3.4 Spermienmotilität und -geschwindigkeit	16
2.4 Zusammenhang zwischen Alter und Fruchtbarkeit	16
3 Untersuchte Tiere und Methoden	17
3.1 Untersuchte Tiere	17
3.1.1 Bullen	17
3.1.2 Eber	18
3.2 Methoden	19

3.2.1	Allgemeines	19
3.2.2	Spermauntersuchungsmethoden	19
3.2.2.1	Bromphenolblau-Nigrosin Ausstriche	19
3.2.2.2	Flüssigfixierung nach Hancock	20
3.2.3	Videoaufnahmen	21
3.2.4	Morphologische Spermaurteilung	23
3.2.4.1	Auswertung der Bromphenolblau-Nigrosin Ausstriche	23
3.2.4.2	Auswertung der flüssigfixierten Präparate	23
3.2.5	Meßprinzip und Computerauswertung	24
3.2.6	Statistische Methoden	26
4	Ergebnisse	27
4.1	Durch Computerbildanalyse ermittelte Parameter in Spermaproben des Bullen	27
4.1.1	Vorwärtsbewegliche und linear vorwärtsbewegliche Bullenspermien sowie deren Geschwindigkeit nach Auftauen und nach 24stündiger Lagerung	27
4.1.2	Geschwindigkeitsverteilung von Bullenspermien nach dem Auftauen und nach 24stündiger Lagerung	34
4.1.3	Computerbildanalyse von in verschiedenen Lebensjahren gewonnenen Spermaproben des gleichen Bullen	39
4.2	Morphologische Beurteilung von Bullenspermien	42

4.3	Durch Computerbildanalyse ermittelte Parameter in Spermaproben des Ebers	45
4.3.1	Vorwärtsbewegliche Eberspermien und deren Geschwindigkeit in frisch verdünntem Sperma und nach 24stündiger Lagerung	45
4.3.2	Eberspermien mit Mindestgeschwindigkeiten von 10 bzw. 70 $\mu\text{m/s}$	49
4.3.3	Geschwindigkeitsverteilung von Eberspermien nach Verdünnung und nach 24stündiger Lagerung	52
4.4	Morphologische Beurteilung von Eberspermien	57
5	Diskussion	60
6	Zusammenfassung	68
7	Summary	70
8	Literaturverzeichnis	72

1 Einleitung

Der Einfluß eines hohen Lebensalters auf Reproduktionsorgane und Spermabeschaffenheit bei männlichen Haustieren stellt eine seit langem vielfach untersuchte Frage der Andrologie dar.

In der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts galt das Interesse besonders der Hodenhistologie mit deren pathophysiologischen Vorgängen sowie der quantitativen und qualitativen Beurteilung des Spermas. Zusammenhänge zwischen hormonellem Status und morphologischen Veränderungen der Geschlechtsorgane stehen seit Ende der 60iger Jahre im Mittelpunkt der Untersuchungen. Seither werden auch computergesteuerte Meßgeräte zur objektiven Beurteilung von Ejakulatparametern eingesetzt.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, mit Hilfe der computergesteuerten Videomikrographie und visuell mikroskopischen Spermauntersuchungen zu überprüfen, ob Motilität und Morphologie der Samenzellen von Bulle und Eber nach Erreichen der Geschlechts- und Zuchtreife altersbedingten Veränderungen unterworfen sind.

2 Literatur

2.1 Makroskopische und mikroskopische Hodenuntersuchungen

2.1.1 Testikularbiometrie

An den Hoden geschlechtsreifer Individuen können altersbedingte Veränderungen des Skrotalumfanga, der Hodendimensionen und -konsistenz sowie des Hodengewichtes beobachtet werden. Einerseits gehen diese Veränderungen mit dem Körperwachstum und der Körpergewichtszunahme einher (HOOKER, 1937 und 1944; HAHN et al., 1969 a; ALMQUIST et al., 1976), andererseits stehen sie in Zusammenhang mit dem individuellen Wachstum sowie jahreszeitlichen (JOHNSON und NEAVES, 1983) und rassebedingten Einflüssen (COULTER et al., 1975).

Mit steigendem Lebensalter nimmt der Skrotalumfang zu (Tab. 1). Beim ca. einjährigen Bullen bietet er sich als guter Indikator für die Entwicklung der Hodengröße an ($r = 0,8$ bzw. $0,9$; ALMQUIST et al., 1976).

Tab. 1: Skrotalumfang bei Bullen unterschiedlicher Altersgruppen.

Rasse	Bullen (n)	Alter	Umfang (cm)	Autoren
Angus	37	11-12 *	30,8-32,2	MADRID (1988)
		13-14 *	33,4-34,1	
Holstein- Friesian	2490	5-13 *	18,7-32,6	MONKE (1987)
	699	16 *	35,0	
	255	18 *	35,9	
Charolais	22	9-11 *	29,0-33,5	ALMQUIST et al. (1976)
		1-2 **	36,0-38,0	
Holstein- Friesian	10	1,5-<2 **	35,1	HAHN et al. (1969b)
		3,5-<4 **	40,0	
		5,5-<6 **	42,6	
Rotbunte	500	1-3 **	35,6-38,8	PODANY (1966)
		3-7 **	38,8-41,6	
		7-12 **	42,2-42,9	
Holstein- Friesian	91	0,5-1,5**	28,4-34,9	HAHN et al. (1969a)
	284	1,5-4,5**	37,1-41,2	
	176	4,5-14 **	42,0-42,9	
Angus	339	1,5-3 **	33,5-39,5	COULTER et al. (1975)
		9 **	42,1	
		15 **	39,0	
Holstein- friesian	5909	1,5-3 **	30,0-40,1	COULTER et al. (1975)
		9 **	43,3	
		15 **	41,8	

* Alter in Wochen

** Alter in Jahren



Eine altersbedingte Zunahme ist ebenfalls bei Hodenlänge, -breite und -tiefe zu erkennen (PODANY, 1966; OSMAN, 1970; THOMPSON et al., 1979). Bei rotbunten Schlachtbullen ließen sich Breiten- und Längenzunahmen der Hoden von 7,1 x 10,1 cm im 1. Lebensjahr auf 8,8 x 12,6 cm im 12. Lebensjahr feststellen (PODANY, 1966).

Die Hodenkonsistenz, die mit einem Tonometer erfaßt wird, entwickelt sich altersabhängig bei verschiedenen Rassen unterschiedlich. Bei Angusbullen ermittelten COULTER et al. (1975) ab dem Erreichen der Zuchtreife eine derbere Hodenkonsistenz als bei Holstein-Friesian Bullen. Die Erfassung der Hodenkonsistenz eignet sich bei jungen Bullen, um Vorhersagen über die spätere Fruchtbarkeit zu treffen (AEHNELT et al., 1972 und 1973).

Das Hodengewicht, d. h. das Gewicht des Hodens mit Tunica albuginea, ohne Skrotalhüllen und Nebenhoden, kann nach Schlachtung oder Kastration festgestellt werden. Das Parenchymgewicht entspricht dem des Hodens abzüglich dem Gewicht der Tunica albuginea. Sowohl das Hodengewicht als auch das von Tunica albuginea und Parenchym nehmen mit steigendem Alter zu (Tab. 2). Vergleiche mit anderen Spezies zeigen, daß es sich dabei um keinen für das Rind spezifischen Vorgang handelt (Tab. 3 und 4).

Tab. 2: Hodengewichte von Bullen unterschiedlicher Altersgruppen.

Rasse	Untersuchte Organe	Bullen (n)	Alter (Jahre)	Gewicht (Gramm)	Autoren
Holstein-Friesian	Einzelhoden	56	0,7-1,3	100-288	KILLIAN & AMANN (1972)
		5	1,5	272	
Holstein-Friesian, Guernsey	Einzelhoden links/rechts	9	3	296/298	AMANN (1962a)
		5	6,5	404/400	
Holstein-Friesian	Einzelhoden links/rechts	8	3	284/298	AMANN (1962b)
		4	6,3	381/381	
	T. albuginea links/rechts	8	3	25/26	
		4	6,3	33/33	
Dt. Fleckvieh	Einzelhoden	5	1,5	265	STOLLA & LEIDL (1971)
		3	6,5	451	
	T. albuginea	5	1,5	23	
		3	6,5	40	
Shorthorn, Hereford, Brahman	Einzelhoden rechts	80	<1-3,5	172,2	HUMPHREY & LADDS (1975)
			3,5-7	264	
			7-10	252	
			>10	230	
Holstein-Friesian, Jersey, Ayrshire, Guernsey	beide Hoden	30	<1	6-168	HOOKER (1944)
			1-2	218-474	
			2,5-15	435-618	

Tab. 3: Hodengewichte von Hengsten unterschiedlicher Altersgruppen.

Untersuchte Organe	Hengste (n)	Alter (Jahre)	Gewicht (Gramm)	Autoren
Einzelhoden*	30	2-4	160	AMANN et al. (1979)
	18	5-9	203	
	23	10-16	229	
Einzelhoden**	10	2-3	117	JOHNSON & NEAVES (1981)
	10	4-5	161	
	4	13-20	213	
T. albuginea**	10	2-3	12	JOHNSON & NEAVES (1981)
	10	4-5	15	
	4	13-20	29	
Parenchym**	10	2-3	105	JOHNSON & NEAVES (1981)
	10	4-5	146	
	4	13-20	184	

* Hoden von kastrierten Tieren

** Hoden von Schlachttieren

Tab. 4: Hodengewichte von Männern unterschiedlicher Altersgruppen (post mortem ermittelt).

Untersuchte Organe	Männer (n)	Alter (Jahre)	Gewicht (Gramm)	Autoren
Hodenpaare	96	40-69	20,7-33,0	HARBITZ (1973)
	76	70->90	31,8-24,2	
Einzelhoden rechts/links	89	21-50	17,2/18,9	JOHNSON & NEAVES (1983)
	43	51-80	17,5/19,2	
T. albuginea rechts/links	89	21-50	3,2/3,4	JOHNSON & NEAVES (1983)
	43	51-80	4,1/4,4	

Die Hodengewichtszunahme verläuft zwar parallel zur Zunahme des Körpergewichtes und des allgemeinen Körperwachstums, jedoch lassen sich zumindest für den Bullen keine statistisch relevanten Zusammenhänge ($r = 0,39$ bzw. $r = 0,53$) erkennen (HAHN et al., 1969 a; WILLET und OHMS, 1957). Zudem sind speziell bei diesem Parameter individuelle und rassebedingte Einflüsse ausgeprägt (HOOKER, 1937 und 1944). In hohen Lebensaltern kann an den Hoden des Mannes ein Gewichtsverlust auftreten (HARBITZ, 1973).

2.1.2 Entwicklung der Tubuli seminiferi

Bis zum zweiten Lebensjahr geht die Vergrößerung der Hoden von Bullen auf die Differenzierung der Tubuli seminiferi zurück. Nach dem 5. Lebensjahr setzen bereits erste degenerative Umbauvorgänge in Form von Kollagenfasereinlagerungen und Kalzifizierungen ein (HOOKER, 1944; GALLOWAY, 1961; AMANN, 1962 a und b).

Über die postpubertäre Entwicklung des Durchmessers der Tubuli seminiferi beim Bullen liegen unterschiedliche Meinungen vor. Es werden unter anderem konstante Durchmesser (STOLLA und LEIDL, 1971) und Zunahmen des Durchmessers (AMANN, 1962 a und b) beschrieben. Das Volumen der Tubuli nimmt bei sehr alten Bullen ab (HUMPHREY und LADDS, 1975).

Beim Hengst werden Volumen und Durchmesser der Tubuli seminiferi mit zunehmendem Lebensalter größer; gleichzeitig tritt ein Längenwachstum auf (JOHNSON und NEAVES, 1981).

Altersbedingte Veränderungen der Tubuli seminiferi des Mannes sind großen individuellen Schwankungen unterworfen. So werden im hohen Lebensalter neben intakten Hoden solche mit teilweise atrophischen Tubuli bis hin zu solchen mit völlig sklerotisiertem Tubulusapparat gefunden (> 90 Jahre: BÜRGI und HEDINGER, 1959; 52 bis 100 Jahre: HONORE, 1978; 63 bis 83 Jahre: YOSHIDA et al., 1982; > 70 Jahre: BACCETTI et al., 1984).

2.1.3 Entwicklung der Sertolizellen

Die Entwicklung der Sertolizellen verläuft bei den verschiedenen Spezies unterschiedlich. Beim Bullen bleibt ihre Anzahl bis ins höhere Lebensalter konstant (AMANN, 1962 a), ihr Volumen hingegen nimmt mit steigendem Alter signifikant ab (HUMPHREY und LADDS, 1975). Bei Hengsten sinkt die Zahl der Sertolizellen altersbedingt und unterliegt außerdem jahreszeitlichen Schwankungen (JOHNSON und THOMPSON, 1983).

Beim Mann wurden in fortgeschrittenem Alter sowohl fehlende als auch gut ausgebildete (BACCETTI et al., 1983) Zellverbindungen zwischen den Sertolizellen beschrieben. Teilweise ist der Kontakt zwischen Sertolizelle und Spermium aufgehoben (HOLSTEIN, 1983).

2.1.4 Entwicklung der Leydigzellen

Bis zum Erwachsenenalter wird beim Bullen ein Anstieg der Leydigzellzahl gefunden (HOOKER, 1944; AMANN, 1962 a). Bereits bei über 5 Jahre alten Tieren erfolgt eine Verkleinerung, eventuell sogar eine Degeneration von Leydigzellen. An deren Stelle treten zunehmend Lymphozyten, die nach HOOKER (1944) auch durch eine direkte Umwandlung der Leydigzellen entstehen können. Diese Feststellungen finden sich allerdings in der neueren Literatur nicht mehr. Bei Hengst und Mann tritt dagegen bis in höhere Lebensalter eine Vermehrung der Leydigzellen und deren Volumina ein (BÜRGI und HEDINGER, 1959; KOTHARI und GUPTA, 1974; JOHNSON und NEAVES, 1981; YOSHIDA et al., 1982).

2.2 Hormonstatus in unterschiedlichen Lebensaltern nach der Pubertät

2.2.1 FSH- und LH-Spiegel

Neben altersbedingten Zunahmen des FSH- und LH-Blutspiegels bei Hengsten unterliegen beide Hormone auch jahreszeitlichen Schwankungen. Bei zweijährigen Tieren wurden 29,1 bzw. 2,7 ng/ml Serum (FSH/LH) und bei 13 bis 20 Jahre alten Hengsten 85,0 bzw. 49,3 ng/ml Serum festgestellt (JOHNSON und THOMPSON, 1983). Mit zunehmendem Alter kommt es beim Mann zu einem Anstieg von FSH und LH im Blut (Tab. 5).

Tab. 5: FSH- und LH-Konzentration von Männern unterschiedlicher Altersgruppen.

Hormone	Männer (n)	Alter (Jahre)	Meßwert	Autoren
FSH*	14	<50	5,6	RUBENS et al. (1974)
	14	>65	15,8	
LH*	14	<50	13,0	RUBENS et al. (1974)
	14	>65	15,8	
FSH*	19	20-60	2,2	NIESCHLAG (1979)
	16	61-90	3,4	
LH*	19	20-60	9,0	NIESCHLAG (1979)
	16	61-90	13,1	
LH**	24	25-49	21,5	HARMAN & TSITOURAS (1980)
	22	70-89	42,0	
FSH**	Normwert		109,0	YOSHIDA et al. (1982)
	14	63-83	203,0	
LH**	Normwert		55,0	YOSHIDA et al. (1982)
	14	63-83	136,0	

* Milliunits/ml Plasma

** ng/ml Serum

2.2.2 Testosteron

Eine Erhöhung der Testosteronkonzentration findet beim Bullen bis zur Geschlechtsreife statt, danach erfolgt mit zunehmendem Alter eine Abnahme (Tab. 6).

Tab. 6: Testosteronkonzentration von Bullen unterschiedlicher Altersgruppen.

Rasse	Bullen (n)	Alter (Monate)	Meßwert (ng/ml Plasma)	Autoren
Holstein- Friesian	65	1-6	0,7-0,3	RAWLINGS et al. (1972)
		7-11	2,5-3,7	
		>11	0,5	
French- Friesian	37	2-6	0,2-2,8	BEDAIR & THIBIER (1979)
		8-10	3,5-2,2	
		>12	0,03	
Fleckvieh	10	<4	<1,0	NÖBAUER et al. (1983)
		8	3,0	

Neben einer altersbedingten Zunahme des Testosteronspiegels von 54,5 pg/ml Serum bei zweijährigen Hengsten auf 334,1 pg/ml Serum bei 13- bis 20jährigen Tieren, wirkt sich auch die Paarungssaison mit einer Erhöhung der Testosteronproduktionsrate auf den Testosteronspiegel aus (BERNDTSON et al., 1974; JOHNSON und THOMPSON, 1983). Beim Mann sinkt die Testosteronkonzentration in Serum bzw. Plasma (Tab. 7) und der Anteil an freiem Testosteron (Tab. 8) ab dem 50. bzw. 60. Lebensjahr.

Tab. 7: Testosteronkonzentration von Männern unterschiedlicher Altersgruppen.

Männer (n)	Alter (Jahre)	Testosteron (ng/100 ml Plasma)	Autoren
46	22-61	535	PIRKE & DOERR (1970)
36	67-93	425	
80	20-50	633	VERMEULEN et al. (1972)
22	50-70	522	
33	70-90	309	
50	22-61	545	PIRKE & DOERR (1973)
34	67-90	459	
30	<50	492	RUBENS et al. (1974)
30	>65	281	
19	20-60	742	NIESCHLAG (1979)
16	61-90	607	
16	24-40	610	YOSHIDA et al. (1982)
14	63-83	360	

Tab. 8: Freies Testosteron von Männern unterschiedlicher Altersgruppen.

Männer (n)	Alter (Jahre)	Testosteron (Prozent)	Autoren
44	20-50	2,08	VERMEULEN et al. (1972)
18	50-70	1,68	
22	70-90	1,36	
46	22-61	2,24	PIRKE & DOERR (1970)
36	67-93	1,65	
25	<50	2,30	RUBENS et al. (1974)
25	>65	1,30	

2.3 Entwicklung der Samenparameter in Abhängigkeit vom Lebensalter

2.3.1 Volumen

Das Spernavolumen des Bullen steigt, unabhängig von Faktoren wie Rasse (MÜLLER und SZILAGYI, 1962), sexueller Beanspruchung, Technik der Samengewinnung usw., bis zum ca. 9. Lebensjahr an und bleibt dann ein bis zwei Jahre konstant (Tab. 9). Danach setzt eine Abnahme der Spermamenge ein (SZILAGYI, 1961; MÜLLER und SZILAGYI, 1962; ZELFEL, 1965; ALMQUIST und CUNNINGHAM, 1967; HAHN et al., 1969 a und b).

Tab. 9: Spernavolumen von Bullen unterschiedlicher Altersgruppen.

Rasse	Bullen (n)	Alter (Jahre)	Volumen (ml)	Autoren
Braunvieh	12	1,3 3,7	4,2 6,7	MÜLLER & SZILAGYI (1962)
Fleckvieh		1,3 3,7	3,2 5,2	
Schwarz- bunte	159 27	1 9	4,4 6,9	ZELFEL (1965)
Angus, Hereford	17 17	<1 2	3,1 3,7	ALMQUIST & CUNNINGHAM (1967)
Holstein- Friesian	10 15	<2 >9	4,2 6,1	HAHN et al. (1969a)
Holstein- Friesian	55	>1 >12	4,2 7,8	HAHN et al. (1969b)

Nach SWIERSTRA (1974) nimmt das Sperma-volumen von Yorkshire und Lacombe Ebern im Zeitraum vom 235. bis 328. Lebenstag von 192 ml auf 230 ml und die durchschnittliche Gelmenge von 42 ml auf 56 ml zu.

Über das Ejakulatvolumen von Männern fortgeschrittenen Lebensalters finden sich unterschiedliche Aussagen. MAC LEOD und GOLD (1953) und HOMONNAI et al. (1982) beobachteten Volumenabnahmen der Ejakulate ab dem 40. bzw. 50. Lebensjahr. Auch SCHWARTZ et al. (1983) stellten in den Proben von 46 bis 50 Jahre alten Männern im Vergleich zu 26- bis 45jährigen Männern ein etwas niedrigeres Ejakulatvolumen fest.

2.3.2 Spermienkonzentration

Die Konzentration der Ejakulate wird neben dem Alter auch durch die individuelle Anlage und jahreszeitliche Einflüsse mitbestimmt. Ein Zusammenhang zwischen Alter und Rasse besteht nicht (SZILAGYI, 1961; MÖLLER und SZILAGYI, 1962; JOHNSON und NEAVES, 1981; JOHNSON und THOMPSON, 1983).

Die täglich produzierte Spermienmenge beim Bullen nimmt bis zum 4. bzw. 7. Lebensjahr zu, danach bleibt sie zunächst unverändert und fällt mit über 10 Jahren ab (WILLET und OHMS, 1957; AMANN, 1962 b; HAHN et al., 1969 a und b; ZELFEL, 1965; KILLIAN und AMANN, 1972). Bei Hengst und Eber

steigt die Spermakonzentration ebenfalls mit zunehmendem Alter (SWIERSTRA, 1974; AMANN et al., 1979; JOHNSON und NEAVES, 1981; JOHNSON und THOMPSON, 1983). Die Entwicklung der Ejakulatkonzentration des Mannes stellt sich unterschiedlich dar. Neben unveränderten Spermienkonzentrationen mit zunehmendem Alter (HOMONNAI et al., 1982; LAMMERS et al., 1982; SCHWARTZ et al., 1983) wurden Zunahmen ab dem 30. (MAC LEOD und GOLD, 1953) und Abnahmen ab dem 50. Lebensjahr (JOHNSON et al., 1984) sowie stark variierende Konzentrationen (BACCETTI et al., 1983) beschrieben.

2.3.3 Spermienmorphologie

Einen Zusammenhang zwischen der Zunahme des Lebensalters und der Spermienmorphologie konnten MAC LEOD und GOLD (1953), HOMONNAI et al. (1982), LAMMERS et al. (1982) und SCHWARTZ et al. (1983) in den Ejakulaten von unterschiedlich alten Männern nicht beobachten. Dagegen stellten SCHIRREN et al. (1975) im Sperma über 40 Jahre alter Männer vermehrt pathologische Spermienformen im Vergleich zu über 20 Jahre alten Männern fest. Diese Veränderungen traten zu 37 % am Spermienkopf, zu 5,4 % am Mittelstück und zu 22 % am Spermienschwanz auf.

Beim Bullen wurden bei 5- bis 8,5jährigen Tieren erhöhte Prozentsätze anomaler Spermien im Vergleich zu 2,5 bis 4

Jahre alten Tieren beschrieben. Dies ließ sich jedoch statistisch nicht sichern (SEKONI und GUSTAFSSON, 1980).

2.3.4 Spermienmotilität und -geschwindigkeit

Beim Mann wird ab dem 40. Lebensjahr eine zunehmend geringere Motilität der Spermien beobachtet (MAC LEOD und GOLD, 1953; LAMMERS et al., 1982; BACCETTI et al., 1983; SCHWARTZ et al., 1983). Die Geschwindigkeit dieser Spermien scheint allenfalls geringgradig durch das Alter beeinflußt zu werden (BACCETTI et al., 1983 und 1984).

2.4 Zusammenhang zwischen Alter und Fruchtbarkeit

Die Fruchtbarkeit männlicher Tiere hängt neben dem Alter auch von der Jahreszeit, dem Individuum und der Deckbeanspruchung ab. Beim Bullen sinkt die Fruchtbarkeit mit zunehmendem Lebensalter (DAWSON, 1938; BOWLING et al., 1940; TANABE und SALISBURY, 1946; COLLINS et al., 1962; ZELFEL, 1965). Konträr hierzu stehen die Untersuchungen von MC CULLOUGH et al. (1951), die keinen Trend zu Verbesserung oder Verschlechterung der Fruchtbarkeit nachweisen konnten. Ebenfalls vom Alter unbeeinflußt scheint die Fertilität älterer Männer zu sein, wie LAMMERS et al. (1982) an Penetrationstesten mit zonafreien Hamstereizellen aufzeigten.

3 Untersuchte Tiere und Methoden

3.1 Untersuchte Tiere

3.1.1 Bullen

Die Untersuchungen wurden an 129 Tieren aus sechs bayerischen Besamungsstationen durchgeführt. Es handelte sich um 87 Bullen der Rasse Deutsches Fleckvieh und um 42 Bullen der Rasse Deutsches Braunvieh. Die Tiere waren klinisch gesund und ohne Besonderheiten am Genitale. Von jedem Tier wurden Tiefgefriersamenproben, und zwar zwei Pailletten eines Ejakulates, verwendet. 119 Ejakulate wurden 1987 gewonnen, 10 im Zeitraum von 1984 bis 1987. Bei sechs der 129 Bullen standen je zwei Pailletten-Tiefgefriersamenproben, die seit mehreren Jahren gelagert worden waren und zwei aus kürzlich eingefrorenen Ejakulaten zur Verfügung.

Für die Untersuchungen wurden Samenproben ausgewählt, die nach Auskunft der Besamungsstationen dem Mittel der Spermaqualität der Individuen entsprachen. Alle Spermaproben genügten den Anforderungen der Künstlichen Besamung.

Die Bullen wurden in drei Altersgruppen eingeteilt:

1. Alte Bullen (n = 45), 8 bis 12 Jahre
2. Mittelalte Bullen (n = 39), 5 bis 7 Jahre
3. Junge Bullen (n = 45), 2 bis 4 Jahre.

3.1.2 Eber

Aus zwei bayerischen Besamungsstationen konnten 56 Tiere mit je einem Ejakulat einbezogen werden. Es handelte sich dabei um 31 Deutsche Landrasseeber, 22 Pietraineber, einen Eber Deutsches Edelschwein und zwei Eber der Belgischen Landrasse.

Die Tiere wurden in drei Altersgruppen eingeteilt:

1. Alte Eber (n = 16), 7 bis 9 Jahre
2. Mittelalte Eber (n = 23), 4 bis 5 Jahre
3. Junge Eber (n = 17), 1 bis 2 Jahre.

Die Eber waren frei von gesundheitlichen Beanstandungen allgemeiner und andrologischer Art.

Die Ejakulate wurden im Rahmen des stationsüblichen Verarbeitungsprozesses mit dem Verdünner Merck I auf eine Spermakonzentration von 50 000 Spermien/mm³ eingestellt. Da diese Konzentration für die Messung mit dem computergesteuerten Videomikrographieverfahren geeignet ist, konnten die Proben für diese Untersuchungen direkt verwendet werden. Die Ejakulate, aus denen die für diese Untersuchung entnommenen Proben stammten, wurden in der Künstlichen Besamung eingesetzt.

3.2 Methoden

3.2.1 Allgemeines

Die Pailletten aus den Ejakulaten der 129 Bullen wurden in flüssigem Stickstoff bei -196°C gelagert. Das Auftauen der Proben erfolgte mit einem elektronischen Auftaugerät (Minitüb) 15 Sekunden lang bei $+38^{\circ}\text{C}$ (RIEMKE, 1984). Zwei Pailletten jedes Ejakulates wurden in einem 1,5 ml fassenden Eppendorf-Reaktionsgefäß gemischt.

Für die Videoaufnahmen der Samenproben der Eber wurde das ca. 120 min vorher verdünnte Sperma verwendet, das in Eppendorf-Gefäßen (1,5 ml) gelagert wurde. Die morphologischen Untersuchungen wurden am Nativsperma durchgeführt.

3.2.2 Spermauntersuchungsmethoden

3.2.2.1 Bromphenolblau-Nigrosin Ausstriche

Zur Darstellung morphologischer Anomalien und Differenzierung lebender und toter Zellen wurden Bromphenolblau-Nigrosin (BN) Ausstriche angefertigt. Die Herstellung der BN-Farbstofflösung erfolgte modifiziert nach BONNADONNA und OLGIATTI (1953):

2 g Bromphenolblau
10 g Nigrosin
100 ml Aqua dest.

Die Ausstriche wurden auf angewärmten Objektträgern (+38 °C) durchgeführt, wobei Sperma und Farblösung mittels Kippen eines Deckglases vermischt wurden und sofort der am Deckglas hängende Tropfen ausgestrichen wurde.

3.2.2.2 Flüssigfixierung nach Hancock

Zur Darstellung von Akrosomenanomalien wurde die Flüssigfixierung nach HANCOCK (1956) gewählt. Die "Hancocklösung" (pH 7,0 ± 0,05) setzt sich wie folgt zusammen:

1. Na ₂ HPO ₄ x 2H ₂ O	21,68 g
Aqua dest.	ad 500,00 ml
2. KH ₂ PO ₄	22,25 g
Aqua dest.	ad 500,00 ml
3. Lösung 1	200,00 ml
Lösung 2	80,00 ml
4. NaCl	9,01 g
Aqua dest.	ad 500,00 ml
5: Lösung 3	200,00 ml
Lösung 4	150,00 ml
*Formalin	62,50 ml
Aqua dest.	ad 500,00 ml

* Formaldehydlösung, säurefrei, 37%ig (Art. 3999, Fa. E. Merck).

Für die Fixierung der Bullenspermien wurde 1 Teil Sperma mit 4 Teilen Hancocklösung in einem Eppendorf-Reaktionsgefäß (1,5 ml) gemischt. Die Nativproben der Eberejakulate wurden vor der Fixierung durch einen Teefilter (Cilia[®]) gefiltert. Hierdurch wurden Gelbestandteile, Schmutz und

andere Partikel abgetrennt, die bei der späteren Anfertigung der Präparate deren Qualität beeinträchtigt hätten. Anschließend erfolgte eine Mischung von gefiltertem Sperma und Hancocklösung im Verhältnis 1 : 1. Zur mikroskopischen Auswertung wurde ein Flüssigpräparat auf einem silikonisierten Objektträger angefertigt. (Silikontauchbad mit Lösung der Fa. Serva; Einbrennen des Silikonfilms für eine Stunde bei +100 °C). Mit einer Eppendorf-Pipette wurde ein ca. 2 µl großer Tropfen auf den Objektträger verbracht und mit einem Deckglas abgedeckt. Das Präparat wurde verworfen, wenn sich die Flüssigkeit nicht gleichmäßig bis zu den Rändern des Deckglases verteilte.

3.2.3 Videoaufnahmen

Für die Videoaufnahmen der Spermaproben und deren Auswertung wurden folgende Geräte verwendet:

1. Zählkammer nach Makler (Fa. Sefi-Medical-Instruments)
2. Mikroskop Optiphot, Objektiv plan 20 DL (Fa. Nikon)
3. Heiztisch HT 100 (Fa. Minitüb)
4. Schwarzweißkamera RCA 2000 (Fa. RCA)
5. Schwarzweißmonitor TC 1910x (Fa. RCA)
6. Videorekorder AG 6200 (Fa. Panasonic)
7. Beschriftungsgerät VTW 100 (Fa. For. A. Comp. Ltd.)
8. IBM-PT AT 02 mit Koprozessor Intel 80287 und 20 MB Festplatte, u. a. zur Aufnahme der Anwendersoftware (Fa. IBM)

9. Mikroprozessor Intel 80188 und 2 MB Bildspeicher (2 EPROM mit Grips = graphic imaging processing Software Ibaccell, Version Februar 1987, Fa. Dr. Grude, Brunner Medizintechnik)
10. Drucker Epson FX 85 (Fa. Epson)
11. Elektronisches Auftaugerät (Fa. Minitüb)

Von den Spermaproben der Bullen wurden sofort nach dem Auftauen, von den Ejakulatproben der Eber ca. 120 Minuten nach Verdünnen Videoaufnahmen angefertigt (Zeit "0 Stunden"). Von jeder Samenprobe wurden je drei Proben entnommen und in eine auf +38 °C temperierte Spezialkammer mit einer Tiefe von 10 µm (MAKLER, 1978 und 1980) verbracht. Bei gleicher Objektstichtemperatur (+38 °C) wurden von jeder Probe drei Gesichtsfelder je acht Sekunden lang mit 200facher Vergrößerung im positiven Phasenkontrast mit einer auf dem Mikroskop montierten Schwarzweißkamera aufgenommen. Danach wurden die Spermaproben für 24 Stunden bei +5 °C (Bulle) bzw. +15 °C (Eber) im Kühlschrank gelagert. Nach einer einstündigen Adaptationszeit bei Zimmertemperatur wurden die mikroskopischen Bilder wie oben beschrieben erneut aufgezeichnet (Zeit "24 Stunden").

Die Reinigung der Kammer erfolgte jeweils nach jeder einzelnen Probe mittels +38 °C warmem Aqua dest. Danach wurde sie getrocknet und erneut beschickt. Traten in einer Probe Luftblasen oder Verschmutzungen auf, wurde ein neues Präparat angefertigt.

3.2.4 Morphologische Spermabeurteilung

Zur Auswertung wurden folgende Geräte verwendet:

Photomikroskop II, Zeiss
Gesamtvergrößerung 1250fach
Objektive
 Hellfeld Planapo 100/1,32 Oel
 Phasenkontrast Planapo 100/1,3 Oel
Okular 10fach
Tubusvergrößerung 1,25fach

3.2.4.1 Auswertung der Bromphenolblau-Nigrosin

Ausstriche

Die Bromphenolblau-Nigrosin Ausstriche wurden im Hellfeld untersucht. Zuerst erfolgte eine Lebend-Tot-Auszählung. Hierbei wurden ungefärbte und teilgefärbte Zellen als lebend und ganz gefärbte Spermien als tot eingestuft. Danach wurde eine Klassifizierung morphologisch anomaler Spermien in Anlehnung an das Schema von LEIDL et al. (1971) durchgeführt. Es wurden jeweils 300 Zellen pro Präparat beurteilt.

3.2.4.2 Auswertung der flüssigfixierten Präparate

Die Beurteilung der Akrosomenmorphologie wurde nach WEITZE (1977) vorgenommen. Im Phasenkontrast wurden 300 Spermien ausgezählt und vier Klassen zugeordnet. Bei diesen handelte

es sich um Spermien, deren Akrosome einen normalen (NAR) oder geschwollenen (GAR) apikalen Rand, einen in Ablösung befindlichen (AIA) apikalen Rand bzw. ein bereits abgelöstes (AA) Akrosom aufwiesen.

3.2.5 Meßprinzip und Computerauswertung

Bei diesen Auswertungen fand die Software-Version Ibaccell Februar 1987 (Fa. Dr. Grude, Brunner Medizintechnik) Verwendung. Das Videobild wird in ein Digitalbild, bestehend aus 512 Zeilen mit je 512 Bildpunkten (= Pixel), umgesetzt. Im hier verwendeten Halbbildverfahren wird jeder Punkt jeder zweiten Zeile abgetastet. Die Erfassung der Spermien erfolgt einerseits über ihre Kopfgröße und andererseits über den Grauwert. Dieser bietet 256 verschiedene Stufen zwischen schwarz (= 0) und weiß (= 255) an. Spermienköpfe bilden sich dunkel gegen den hellen Hintergrund ab. Die Grauwertgrenze, ab der ein Pixel als Kopf erkannt werden soll sowie die minimale und maximale Kopfgröße wurden vor der Messung eingegeben.

Pro Gesichtsfeld wurden acht Videobilder im Abstand von 40 ms digitalisiert. Bei diesem Bildeinzug wurden nur Spermien ausgewertet, die über mindestens vier Bilder verfolgt werden konnten. Spermien mit sich kreuzenden Bahnen wurden aufgrund eines eingegebenen Mindestkopfabstandes nicht berücksichtigt. Von den identifizierten Spermienköpfen wurden

die Schwerpunktskoordinaten abgespeichert und einander in den darauffolgenden Bildern zugeordnet. Während der Meßzeit von 40 ms kann die Geschwindigkeit der Spermien durch zwei verschiedene Methoden aus der zurückgelegten Strecke berechnet werden. Erstens wird sie aus der geradlinigen (kürzesten) Verbindung von der ersten zur letzten erfaßten Schwerpunktskoordinate berechnet (S-Klassifikation). Zweitens kann eine Geschwindigkeitsbestimmung aus der durch Vektoren geglätteten Wegstrecke über alle erfaßten Schwerpunkte erfolgen (V-Klassifikation). Sämtliche im folgenden erwähnte Daten beziehen sich auf in der V-Klassifikation ermittelte Werte.

Für beide Spezies wurden die gleichen Parameter für die Grenzen der un- und ortsbeweglichen Spermien sowie der vorwärtsbeweglichen Samenzellen definiert. Diese waren für die unbeweglichen Spermien zwischen 0 und 9 $\mu\text{m/s}$; für ortsbewegliche Spermien lagen sie bei 10 bis 29 $\mu\text{m/s}$. Alle Spermien, die sich schneller als 30 $\mu\text{m/s}$ bewegten, zählten zu den vorwärtsbeweglichen Spermien.

Lediglich die Größe des Spermienkopfes wurde speziesspezifischen Unterschieden angepaßt. Aufgrund der in den Ejakulaten von Ebern auftretenden Kreisbewegung der Spermien wurde die vom Computer zusätzlich ausgegebene Aufschlüsselung vorwärtsbeweglicher Spermien in andere Bewegungsformen nicht berücksichtigt. Wegen der im Vergleich zu Bullenspermien geringeren Geschwindigkeit der Samenzellen

des Ebers erfolgte auch eine Berechnung des Anteils der sich schneller als 10 $\mu\text{m/s}$ bewegenden Spermien. Hierzu wurde der Anteil der ortsbeweglichen Spermien zum Anteil der vorwärtsbeweglichen addiert. Beim Bullen wurde zusätzlich der Parameter der linear vorwärtsbeweglichen Spermien mit den entsprechenden Geschwindigkeiten in die Darstellung der Ergebnisse einbezogen. Da sich der Prozentsatz linear vorwärtsbeweglicher Spermien nur geringgradig vom Prozentsatz vorwärtsbeweglicher Spermien unterscheidet, wurde auf eine weitere Aufschlüsselung in nicht lineare und unphysiologische Bewegungsformen verzichtet. Der Anteil linear vorwärtsbeweglicher Spermien errechnete sich aus dem Quotienten $s : v$. Bei einem Index von $s : v \times 100$ größer als 90 wurden die Spermien als geradlinig beweglich eingestuft.

3.2.6 Statistische Methoden

Die statistischen Berechnungen wurden mit dem SPSS-PC+ Programm erstellt (NORUSIS, 1986; SCHUBÖ und UEHLINGER, 1986).

Neben der Berechnung von Mittelwerten und Standardabweichungen wurde der Student's t-Test eingesetzt, um eventuelle Abweichungen innerhalb der Altersgruppen zu verschiedenen Untersuchungszeitpunkten aufzudecken. Die Überprüfung von signifikanten Unterschieden zwischen den Altersgruppen wurde mit einer Varianzanalyse mit Scheffé-Prozedur durchgeführt.

4 Ergebnisse

4.1 Durch Computerbildanalyse ermittelte Parameter in Spermaproben des Bullen

Je ein Ejakulat von 129 Bullen, das nach dem Auftauen und nach 24stündiger Lagerung untersucht worden war, wurde einer Auswertung durch den Computer unterzogen. Von sechs Bullen konnten je zwei Ejakulatproben unterschiedlicher Gewinnungsjahre ausgewertet werden.

4.1.1 Vorwärtsbewegliche und linear vorwärtsbewegliche Bullenspermien sowie deren Geschwindigkeit nach Auftauen und nach 24stündiger Lagerung

In aufgetauten Spermaproben wurden für Jungbullen 46,0 % vorwärtsbewegliche Spermien ermittelt, der Wert für die linear beweglichen betrug 40,6 %. Für mittelalte Bullen lagen die Meßwerte dieser Parameter bei 46,6 % bzw. 42,0 %. Die Spermaproben der alten Bullen wiesen nach dem Auftauen mit 50,3 % und 44,9 % den höchsten Anteil vorwärtsbeweglicher und linear vorwärtsbeweglichen Samenzellen auf. Die entsprechenden Werte für die Jungbullen betrugen nach 24stündiger Lagerung 37,2 % bzw. 29,1 %. In den Proben der mittelalten Bullen bewegten sich noch 33,1 % Spermien vorwärts und 26,3 % linear. Anteile von 35,4 % und 28,2 % wurden im

Sperma alter Bullen nach eintägiger Lagerung bei +5 °C ermittelt (Tab. 10, Abb. 1 und 2).

Tab. 10: Vorwärtsbewegliche und linear vorwärtsbewegliche Bullenspermien in TG-Samenproben nach Auftauen und nach 24stündiger Lagerung bei +5 °C (V-Klassifikation; $\bar{x} \pm s$).

Alter (Jahre)	Bullen (n)	Zeit (h)	Prozentsatz Spermien	
			vorwärtsbewegl.	lin.vorwärtsbewegl.
2-4	45	0	46,0 $\pm$ 10,9	40,6 $\pm$ 10,3
		24	37,2 $\pm$ 16,6	29,1 $\pm$ 15,7
5-7	39	0	46,6 $\pm$ 11,3	42,0 $\pm$ 10,5
		24	33,1 $\pm$ 18,3	26,3 $\pm$ 16,2
8-12	45	0	50,3 $\pm$ 13,6	44,9 $\pm$ 12,5
		24	35,4 $\pm$ 17,9	28,2 $\pm$ 15,2

Tab. 11: Prozentuale Abnahmen vorwärtsbeweglicher und linear vorwärtsbeweglicher Bullenspermien nach 24stündiger Lagerung bei +5 °C.

Alter (Jahre)	Bullen (n)	vorwärtsbewegl. Spermien		lin.vorwärtsbewegl. Spermien	
		% Abnahmen absolut	% Abnahmen relativ	% Abnahmen absolut	% Abnahmen relativ
2-4	45	8,8	19,1	11,5	28,3
5-7	39	13,5	29,0	15,7	37,4
8-12	45	14,9	29,6	16,7	37,2

Innerhalb der 3 Gruppen konnten zwischen den Meßwerten "sofort nach dem Auftauen" ("0 Stunden" Wert) und "24stündige Lagerung" ("24 Stunden" Wert) mit Hilfe des Student's

t-Tests in allen Fällen signifikante Unterschiede ($p \leq 0,01$) nachgewiesen werden. Zwischen den Altersgruppen gab es weder nach dem Auftauen und 24stündiger Lagerung, noch beim Vergleich der Differenzen der Meßwerte aus den zwei Untersuchungszeiten statistisch belegbare Unterschiede.

Die zwischen Auftauen (0 h) und 24stündiger Lagerung aufgetretenen Unterschiede für beide Gruppen fielen bei Jungbullen für beide Parameter am niedrigsten aus. In den beiden anderen Altersgruppen war ein höherer Rückgang vorwärtsbeweglicher und linear vorwärtsbeweglicher Samenzellen zu beobachten (Tab. 11).

Die durchschnittliche Geschwindigkeit vorwärtsbeweglicher bzw. linear vorwärtsbeweglicher Spermien nach dem Auftauen lag bei den Jungbullen mit je $60,2 \mu\text{m/s}$ am höchsten (Tab. 12). Bei mittelalten Bullen konnten für diese Parameter Geschwindigkeiten von $58,5 \mu\text{m/s}$ und $58,9 \mu\text{m/s}$ ermittelt werden. Die niedrigsten Werte wiesen die Proben der alten Bullen mit je $57,6 \mu\text{m/s}$ für Spermien, die sich vorwärts- bzw. linear vorwärtsbewegten, auf. Nach 24stündiger Lagerung bei $+5^\circ\text{C}$ erreichten vorwärtsbewegliche Spermien junger Bullen eine Geschwindigkeit von $45,5 \mu\text{m/s}$, linear vorwärtsbewegliche hatten Geschwindigkeiten von $44,4 \mu\text{m/s}$. Bei mittelalten Bullen traten Durchschnittsgeschwindigkeiten von je $46,1 \mu\text{m/s}$ auf. Die vorwärtsbeweglichen Spermien von alten Bullen wiesen nach eintägiger Lagerung eine Geschwindigkeit

von 45,9 $\mu\text{m/s}$ auf, die linear vorwärtsbeweglichen dieser Altersgruppe von 45,6 $\mu\text{m/s}$ (Tab. 12, Abb. 1 und 2). Zwischen den Lagerungszeiten (0 bzw. 24 h) bestanden in jeder Altersgruppe für beide Geschwindigkeitsparameter signifikante Unterschiede ($p \leq 0,01$; Student's t-Test).

Tab. 12: Durchschnittsgeschwindigkeit ($\mu\text{m/s}$) von Bullenspermien in TG-Samenproben nach Auftauen und nach 24stündiger Lagerung bei +5 °C (V-Klassifikation; $\bar{x} \pm s$).

Alter (Jahre)	Bullen (n)	Zeit (h)	Spermiengeschwindigkeit ($\mu\text{m/s}$) vorwärtsbewegl. lin.vorwärtsbewegl.	
2-4	45	0	60,2 $\pm$ 7,0	60,2 $\pm$ 7,4
		24	45,5 $\pm$ 3,7	44,4 $\pm$ 4,2
5-7	39	0	58,5 $\pm$ 5,3	58,9 $\pm$ 5,4
		24	46,1 $\pm$ 5,8	46,1 $\pm$ 8,6
8-12	45	0	57,6 $\pm$ 4,9	57,6 $\pm$ 5,3
		24	45,9 $\pm$ 5,9	45,6 $\pm$ 7,5

Betrachtet man die Differenzen der Meßwerte vorwärtsbeweglicher Spermien in frisch aufgetauten und 24 Stunden gelagerten Proben (Tab. 13), so waren diese bei jungen Bullen signifikant größer als bei alten Bullen (14,7 % bzw. 11,7 %, $p \leq 0,01$; Scheffé-Test). Ebenso ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen mittelalten und alten Bullen (12,4 % bzw. 11,7 %; $p \leq 0,05$). Dieser Einfluß der Lagerung

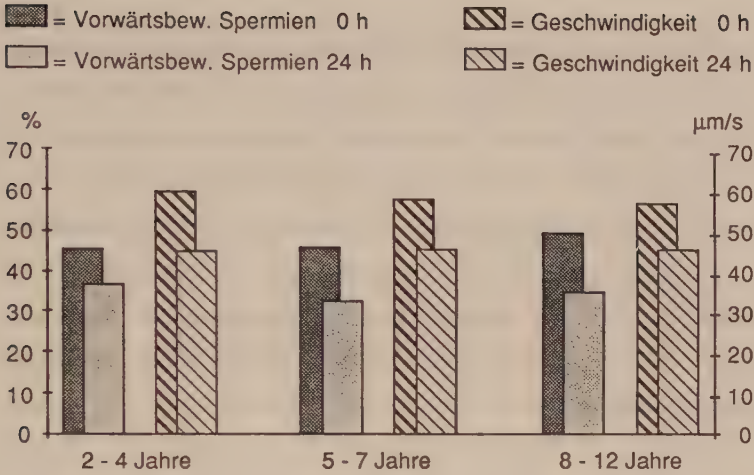


Abb. 1: Vorwärtsbewegliche Spermien (%) und deren Geschwindigkeit (µm/s) bei Bullen verschiedener Altersgruppen in TG-Spermaproben nach Auftauen (0 h) und nach 24ständiger Lagerung bei +5 °C (24 h). (V-Klassifikation, $\bar{x}$).

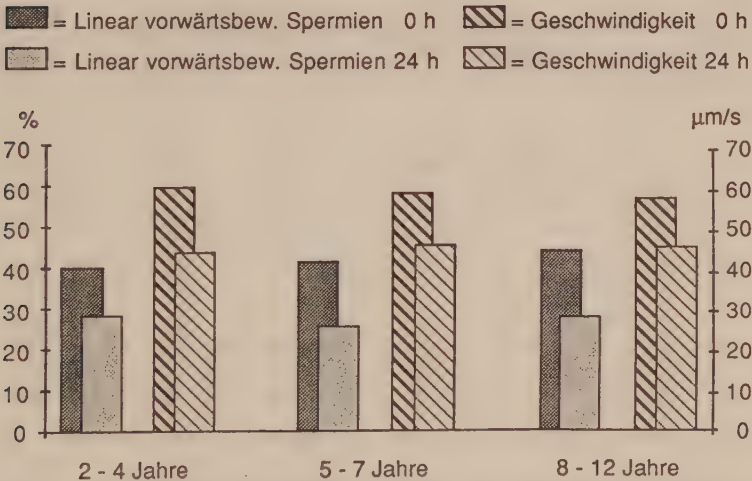


Abb. 2: Linear vorwärtsbewegliche Spermien (%) und deren Geschwindigkeit (µm/s) bei Bullen verschiedener Altersgruppen in TG-Spermaproben nach Auftauen (0 h) und nach 24ständiger Lagerung bei +5 °C (24 h). (V-Klassifikation, $\bar{x}$).

bei +5 °C für 24 Stunden auf die Spermengeschwindigkeit läßt sich auch anhand der relativen Abnahme, bezogen auf den Ausgangswert (0 h), darstellen (Tab.13). Während bei den mittelalten bzw. alten Bullen die Geschwindigkeit vorwärtsbeweglicher Spermien um 21,2 % bzw. 20,3 % abnahm, betrug dieser Wert für die Jungbullen 24,4 %. Für die Geschwindigkeit der linear vorwärtsbeweglichen Samenzellen ergaben sich sogar noch etwas größere Differenzen zwischen den Altersgruppen.

Tab. 13: Prozentuale Abnahmen der Geschwindigkeit vorwärtsbeweglicher und linear vorwärtsbeweglicher Bullenspermien nach 24stündiger Lagerung bei +5 °C.

Alter (Jahre)	Bullen (n)	vorwärtsbewegl. Spermien Abnahmen		lin.vorwärtsbewegl. Spermien Abnahmen	
		absolut (µm/s)	relativ (%)	absolut (µm/s)	relativ (%)
2-4	45	14,7	24,4	15,8	26,2
5-7	39	12,4	21,2	12,8	21,7
8-12	45	11,7	20,3	12,0	20,8

Die Individualität der einzelnen Samenproben sollte am Beispiel der ältesten Bullen (n = 4; 11 bis 12 Jahre) zum Ausdruck gebracht werden. Nach dem Auftauen traten für vorwärtsbewegliche Spermien Werte zwischen 48,6 und 69,9 % auf. Der Minimalwert für vorwärtsbewegliche Spermien lag bei 36,2 %, der maximale Wert bei 63,8 % (Tab. 14).

Bei der zweiten Untersuchung, die nach eintägiger Lagerung stattfand, wurden Streuungen von 4,5 % bis 39,4 % für vorwärtsbewegliche Spermien und von 3,5 % bis 28,0 % für linear vorwärtsbewegliche Samenzellen beobachtet (Tab. 14). Bei der Untersuchung nach dem Auftauen bewegten sich die vorwärtsbeweglichen Spermien mit Geschwindigkeiten von 49,9 bis 52,8 $\mu\text{m/s}$ fort. Die linear vorwärtsbeweglichen Spermien der vier alten Bullen wiesen eine minimale Geschwindigkeit von 49,6 $\mu\text{m/s}$ und eine maximale von 52,8 $\mu\text{m/s}$ auf. Nach 24-stündiger Lagerung schwankten die Durchschnittsgeschwindigkeiten vorwärtsbeweglicher Spermien zwischen 38,9 und 47,9 $\mu\text{m/s}$ und die der sich linear bewegenden Samenzellen zwischen 38,8 und 44,5 $\mu\text{m/s}$ (Tab. 15).

Tab. 14: Vorwärtsbewegliche und linear vorwärtsbewegliche Spermien von 4 alten Bullen in TG-Samenproben nach Auftauen und nach 24stündiger Lagerung bei +5 °C (V-Klassifikation).

Alter (Jahre)	Zeit (h)	Prozentsatz Spermien	
		vorwärtsbewegl.	lin.vorwärtsbewegl.
11	0	48,6	38,6
	24	20,3	8,3
11	0	54,4	36,2
	24	39,4	18,5
12	0	46,7	42,7
	24	4,5	3,5
12	0	69,9	63,8
	24	34,8	28,0

Tab. 15: Durchschnittsgeschwindigkeit ($\mu\text{m/s}$) vorwärtsbeweglicher und linear vorwärtsbeweglicher Spermien von 4 alten Bullen in TG-Samenproben nach Auftauen und nach 24stündiger Lagerung bei +5 °C (V-Klassifikation).

Alter (Jahre)	Zeit (h)	Spermiengeschwindigkeit ($\mu\text{m/s}$) vorwärtsbewegl. lin.vorwärtsbewegl.	
11	0	51,7	51,3
	24	43,9	41,2
11	0	49,9	49,6
	24	47,9	44,5
12	0	51,3	51,3
	24	38,9	38,8
12	0	52,8	52,8
	24	43,7	41,9

4.1.2 Geschwindigkeitsverteilung von Bullenspermien nach dem Auftauen und nach 24stündiger Lagerung

Im folgenden wurden alle Spermien ihrer Geschwindigkeit entsprechend bestimmten Klassen zugeordnet. Von 0 bis 9 $\mu\text{m/s}$ galten die Samenzellen per definitionem als unbeweglich, von 10 bis 29 $\mu\text{m/s}$ als ortsbeweglich und ab 30 $\mu\text{m/s}$ als vorwärtsbeweglich. In der letztgenannten Gruppe fand von 30 bis 69 $\mu\text{m/s}$ eine weitere Aufteilung in 10 $\mu\text{m/s}$ umfassende Klassen statt. Ab 70 $\mu\text{m/s}$ wurde auf eine Aufspaltung verzichtet.

In den aufgetauten Proben waren 35,9 % der Spermien junger Bullen und 36,6 % der mittelalter Bullen unbeweglich, wo-

gegen sich nur 32,2 % der Samenzellen alter Bullen in dieser Gruppe befanden (Tab. 16). Im Bereich von 10 bis 29 $\mu\text{m/s}$ (ortsbeweglich) wurden für alle drei Altersgruppen ähnliche Prozentsätze festgestellt. In den Geschwindigkeitsklassen 40 bis 49 und 50 bis 59 $\mu\text{m/s}$ wurden für alte Bullen im Vergleich zu jungen signifikant ($p \leq 0,01$, Scheffé-Test) höhere Anteile vorwärtsbeweglicher Spermien festgestellt (Tab. 16). In der Klasse der sich schneller als 70 $\mu\text{m/s}$ bewegendenden Samenzellen wiesen Jungbullen höhere Anteile (13,3 %) als die beiden anderen Altersgruppen (11,9 bzw. 11,8 %) auf ($p \leq 0,01$; Scheffé-Test). Auch die graphische Darstellung der Geschwindigkeitsverteilung der Spermien bei jungen bzw. alten Bullen verdeutlicht, daß im Sperma junger Bullen die niedrigsten Anteile vorwärtsbeweglicher Spermien im Bereich von 40 bis 69 $\mu\text{m/s}$ auftraten, dafür aber mehr Spermien mit Geschwindigkeiten über 70 $\mu\text{m/s}$ gefunden wurden (Abb. 3 und 4).

Nach der Lagerung für 24 Stunden bei +5 °C unterschieden sich in jeder Altersgruppe fast alle Meßwerte in den Geschwindigkeitsklassen signifikant vom Ausgangswert ($p \leq 0,01$, Student's t-Test). Im Vergleich der Altersgruppen wiesen die Proben junger Bullen mit 36,6 % den niedrigsten Anteil unbeweglicher Spermien auf, gefolgt von den Proben alter Bullen mit 37,5 % und denen der mittelalten Bullen mit 40,4 %. Im Bereich von 10 bis 29 $\mu\text{m/s}$ wurde ebenfalls die geringste Anzahl von Samenzellen bei Jungbullen gefunden (26,2 %).

Tab. 16: Geschwindigkeitsverteilung der Spermien in TG-Samenproben von Bullen unterschiedlicher Altersgruppen (Messung nach Auftauen und nach 24stündiger Lagerung bei +5 °C; V-Klassifikation; $\bar{x}$).

Geschwin- digkeit ($\mu\text{m/s}$)	Zeit (h)	Prozentsatz Spermien		
		Jung*	Mittel**	Alt***
unbewegl.				
0- 9	0	35,9	36,6	32,2
	24	36,6	40,4	37,5
ortsbewegl.				
10-29	0	17,8	17,0	17,6
	24	26,2	26,4	27,1
vorwärtsbew.				
30-39	0	7,1	6,6	7,4
	24	13,7	12,6	13,3
40-49	0	8,9	9,3	11,0
	24	11,0	9,8	10,0
50-59	0	9,0	10,3	11,4
	24	6,6	5,5	6,3
60-69	0	7,7	8,4	8,6
	24	3,3	2,8	3,4
>70	0	13,3	11,9	11,8
	24	2,5	2,4	2,4

* Jung = 2 - 4 Jahre, n = 45;

** Mittel = 5 - 7 Jahre, n = 39;

*** Alt = 8 - 12 Jahre, n = 45

Bei mittelalten Bullen zeigten 26,4 % der Spermien "Ortsbewegung". Die Proben alter Bullen hatten mit 27,1 % die höchsten Anteile ortsbeweglicher Samenzellen. Mit Ausnahme der Gruppe "60 bis 69 $\mu\text{m/s}$ " wiesen die Proben der Jungbullen nach 24stündiger Lagerung jeweils höhere Anteile vorwärtsbeweglicher Samenzellen in den verschiedenen Klassen auf als die der mittelalten und alten Bullen.

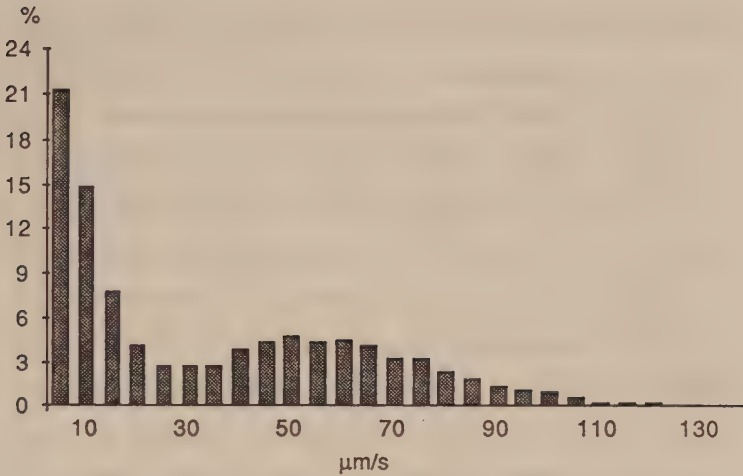


Abb. 3: Geschwindigkeitsverteilung in TG-Samenproben junger Bullen (2-4 Jahre; n = 45) nach dem Auftauen (V-Klassifikation; Klassenbreite 5 µm/s; 22195 Spermien ausgewertet).

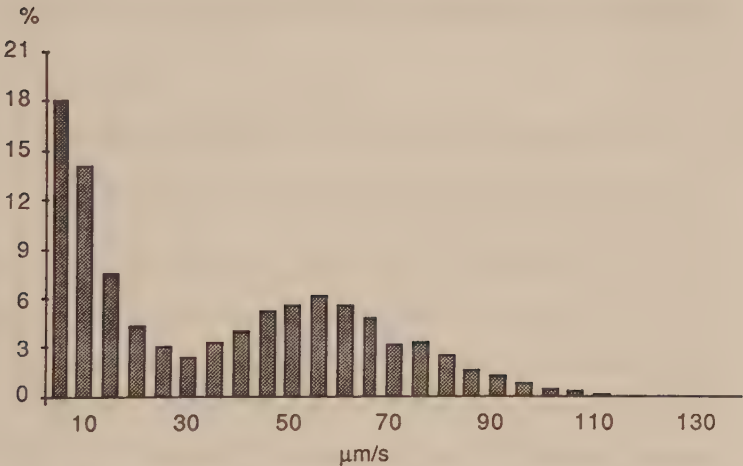


Abb. 4: Geschwindigkeitsverteilung in TG-Samenproben alter Bullen (8-12 Jahre; n = 45) nach dem Auftauen (V-Klassifikation; Klassenbreite 5 µm/s; 26437 Spermien ausgewertet).

Die in absoluten und relativen (Ausgangswert 0 h = 100 %) Prozentzahlen ausgedrückten Differenzen in den Anteilen unbeweglicher, orts- und vorwärtsbeweglicher Spermien nach Auftauen der Proben und nach Lagerung für 24 Stunden sind in der Tabelle 17 zusammengefaßt. Herauszuheben ist die Abnahme des Anteils schneller vorwärtsbeweglicher Spermien ($> 60 \mu\text{m/s}$) bei allen Altersgruppen. Der geringere Geschwindigkeitsrückgang der Spermien junger Bullen nach der Lagerung führt dazu, daß im "mittleren" Geschwindigkeitsbereich (40 bis $59 \mu\text{m/s}$) die Zahl der Spermien in etwa unverändert blieb, während bei älteren Bullen auch hier noch ein Rückgang zu verzeichnen war. Auch der Anteil unbeweglicher Spermien (0 bis $9 \mu\text{m/s}$) blieb bei den Jungbullen, im Gegensatz zu den anderen Altersgruppen, konstant.

Tab. 17: Prozentuale Ab- bzw. Zunahmen von unbeweglichen, ortsbeweglichen und vorwärtsbeweglichen Bullenspermien nach 24stündiger Lagerung bei +5 °C.

Geschwindigkeit ($\mu\text{m/s}$)	Jung*		Mittel**		Alt***	
	absol.	relat.	absol.	relat.	absol.	relat.
0- 9	+ 0,7	+ 1,9	+ 3,8	+10,4	+ 5,3	+16,5
10-29	+ 8,4	+47,2	+ 9,4	+55,3	+ 9,5	+54,0
30-39	+ 6,6	+92,9	+ 6,0	+90,9	+ 5,9	+79,7
40-49	+ 2,1	+23,6	+ 0,5	+ 5,4	- 1,0	- 9,1
50-59	- 2,4	-26,7	- 4,8	-46,6	- 5,1	-44,7
60-69	- 4,4	-57,2	- 5,6	-66,7	- 5,2	-60,5
> 70	-10,7	-81,2	- 9,5	-79,8	- 9,4	-79,7

* Jung = 2 - 4 Jahre, n = 45;

** Mittel = 5 - 7 Jahre, n = 39;

*** Alt = 8 - 12 Jahre, n = 45

4.1.3 Computerbildanalyse von in verschiedenen Lebensjahren gewonnenen Spermaproben des gleichen Bullen

Die Entwicklung der Spermaqualität in verschiedenen Abschnitten des Lebens wurde anhand einer Gruppe von sechs Bullen untersucht. Von diesen Tieren standen Samenproben zur Verfügung, die im Abstand von vier bis sechs Jahren gewonnen und verarbeitet worden waren. Die Auswahl dieser Bullen erfolgte nicht nach den Kriterien einer repräsentativen Stichprobe, sondern entsprach der Situation an den Besamungsstationen, d. h. es stand nur Samen von diesen Bullen zur Verfügung.

Nach dem Auftauen wiesen die Proben früher Gewinnungsjahre 40,7 % vorwärtsbewegliche und 35,2 % linear vorwärtsbewegliche Spermien auf (Tab. 18). In den Samenproben der späteren Jahre wurden ähnliche Werte beobachtet. Nach einer 24-stündigen Lagerung betrugen die Anteile für vorwärtsbewegliche bzw. linear vorwärtsbewegliche Spermien 38,7 % und 32,4 % (Samenproben der jungen Bullen). In den später gewonnenen Ejakulaten wurden 33,5 % vorwärtsbewegliche und 27,0 % linear vorwärtsbewegliche Spermien ermittelt.

Die Abnahmen der Anteile vorwärtsbeweglicher und linear vorwärtsbeweglicher Spermien nach 24stündiger Lagerung waren in den Samenproben, die von den Bullen in frühen Lebensjahren gewonnen wurden niedriger als in Proben, die im fortgeschrittenen Lebensalter eingefroren worden waren (Tab. 19).

Tab. 18: Vorwärtsbewegliche und linear vorwärtsbewegliche Bullenspermien in TG-Samenproben nach Auftauen und nach 24stündiger Lagerung bei +5 °C (n = 6; je 2 Proben unterschiedlicher Gewinnungsjahre pro Bulle; V-Klassifikation, $\bar{x} \pm s$).

Alter bei Sa- mengewinnung in Jahren ($\bar{x} \pm s$)	Zeit (h)	Prozensatz Spermien	
		vorwärtsbewegl.	lin.vorwärtsbewegl.
3,2 ± 1,9	0	40,7 ± 16,7	35,2 ± 14,3
	24	38,7 ± 17,0	32,4 ± 15,4
7,0 ± 1,8	0	40,8 ± 13,3	37,5 ± 11,1
	24	33,5 ± 8,9	27,0 ± 8,4

Tab. 19: Prozentuale Abnahmen vorwärtsbeweglicher und linear vorwärtsbeweglicher Bullenspermien nach 24stündiger Lagerung bei +5 °C (n = 6; je 2 Proben unterschiedlicher Gewinnungsjahre pro Bulle).

Alter bei Samengewinnung in Jahren ($\bar{x} \pm s$)	Bullen (n)	vorwärtsbewegl. Spermien		lin.vorwärtsbewegl. Spermien	
		% Abnahmen		% Abnahmen	
		absolut	relativ	absolut	relativ
3,2 ± 1,9	6	2,0	4,9	2,8	8,0
7,0 ± 1,8	6	7,3	17,9	11,5	30,7

Die Geschwindigkeit der Spermien in den Proben, die aus den frühen Gewinnungsjahren stammten, lag für die vorwärtsbeweglichen bei 55,0 µm/s und für den Anteil der linear vorwärtsbeweglichen bei 54,8 µm/s. In den Proben aus den späteren Jahren bewegten sich die Samenzellen mit 52,0 bzw. 53,7 µm/s. Nach 24stündiger Lagerung bei +5 °C wurden für vorwärts- und linear vorwärtsbewegliche Spermien 47,7 bzw. 47,0 µm/s bei den Proben der jüngeren Lebensjahre und 45,8 bzw. 46,0 µm/s in den später gewonnenen Proben ermittelt (Tab. 20). Für die Parameter des Untersuchungsmaterials aus späteren Gewinnungsjahren konnten, mit Ausnahme des Prozentsatzes vorwärtsbeweglicher Spermien, zwischen Auftauen und 24stündiger Lagerung signifikante Unterschiede festgestellt werden ($p \leq 0,05$; Student's t-Test). Beim Vergleich der Geschwindigkeitsabnahme vorwärtsbeweglicher und linear vorwärtsbeweglicher Spermien in den Proben früher bzw. später Gewinnungsjahre waren keine Unterschiede zwischen den Altersgruppen feststellbar (Tab. 21).

Tab. 20: Spermiengeschwindigkeit ($\mu\text{m/s}$) vorwärtsbeweglicher und linear vorwärtsbeweglicher Bullenspermien in TG-Samenproben nach Auftauen und nach 24stündiger Lagerung bei $+5^\circ\text{C}$ ($n = 6$; je 2 Proben unterschiedlicher Gewinnungsjahre pro Bulle; V-Klassifikation; $\bar{x} \pm s$).

Alter bei Samengewinnung in Jahren ($\bar{x} \pm s$)	Zeit (h)	Spermiengeschwindigkeit ($\mu\text{m/s}$)	
		vorwärtsbewegl.	lin.vorwärtsbewegl.
$3,2 \pm 1,9$	0	$55,0 \pm 7,7$	$54,8 \pm 8,8$
	24	$47,7 \pm 4,8$	$47,0 \pm 4,8$
$7,0 \pm 1,8$	0	$52,0 \pm 5,7$	$53,7 \pm 5,9$
	24	$45,8 \pm 4,9$	$46,0 \pm 6,1$

Tab. 21: Prozentuale Abnahmen der Geschwindigkeit vorwärtsbeweglicher und linear vorwärtsbeweglicher Bullenspermien nach 24stündiger Lagerung ($n = 6$; je 2 Proben unterschiedlicher Gewinnungsjahre pro Bulle)

Alter bei Samengewinnung in Jahren ($\bar{x} \pm s$)	Bullen (n)	Spermiengeschwindigkeit			
		vorwärtsbewegl.		lin.vorwärtsbewegl.	
		% Abnahmen		% Abnahmen	
		absolut	relativ	absolut	relativ
$3,2 \pm 1,9$	6	7,3	13,3	7,8	14,2
$7,0 \pm 1,8$	6	6,2	11,9	7,7	13,5

4.2 Morphologische Beurteilung von Bullenspermien

Nach dem Auftauen der Pailletten wurden von den Spermaproben der 129 Bullen Bromphenolblau-Nigrosin Ausstriche angefertigt und eine Flüssigfixierung dieser Proben vor-

genommen. Insgesamt wurden durchschnittlich 5,5 % Spermienanomalien bei Jungbullen, 5,9 % bei mittelalten und 5,1 % bei alten Bullen ermittelt. Die Anteile primärer Anomalien schwankten zwischen 1,2 bis 2,0 % (junge bzw. mittelalte Bullen). Bei den sekundären Anomalien wurden Anteile von 3,7 bis 4,3 % (junge bzw. alte Bullen) ermittelt (Tab. 22).

Tab. 22: Prozentsatz primärer und sekundärer Anomalien in Bullensperma aus TG-Spermaproben nach dem Auftauen ($\bar{x} \pm s$).

Alter (Jahre)	Bullen (n)	Prozentsatz Anomalien		
		primäre	sekundäre	gesamt
2-4	45	1,2 $\pm$ 1,6	4,3 $\pm$ 6,0	5,5
5-7	39	2,0 $\pm$ 2,1	3,9 $\pm$ 2,6	5,9
8-12	45	1,4 $\pm$ 1,3	3,7 $\pm$ 3,0	5,1

Der höchste Prozentsatz von Spermien mit Zytoplasmatröpfchen trat im Sperma der Jungbullen (2,5 %) auf, der niedrigste Anteil (1,8 %) wurde bei mittelalten Tieren ermittelt (alte Bullen 2,4 %). In den aufgetauten Samenproben junger Bullen waren 78,1 % der Spermien ungefärbt. Bei mittelalten Bullen lag dieser Parameter bei 78,3 % und bei den alten Bullen bei 77,2 % (Tab. 23).

Tab. 23: Prozentsatz Zytoplasmatröpfchen und ungefärbter Bullenspermien in TG-Spermaproben nach dem Auftauen ($\bar{x} \pm s$).

Alter (Jahre)	Bullen (n)	Prozentsatz Zytoplasma- tröpfchen	Prozentsatz ungefärbte Spermien
2-4	45	2,5 $\pm$ 2,0	78,1 $\pm$ 2,0
5-7	39	1,0 $\pm$ 0,6	78,3 $\pm$ 2,1
8-12	45	2,4 $\pm$ 4,6	77,2 $\pm$ 4,2

Tab. 24: Prozentsatz akrosomal veränderter Bullenspermien in TG-Spermaproben nach dem Auftauen ($\bar{x} \pm s$).

Alter (Jahre)	Bullen (n)	GA**	Prozentsatz AIA***	AA***	gesamt
2-4	45	7,1 $\pm$ 4,4	5,8 $\pm$ 3,2	0,6 $\pm$ 0,4	13,5
5-7	39	8,7 $\pm$ 4,3	5,6 $\pm$ 3,2	0,7 $\pm$ 0,6	15,0
8-12	45	9,0 $\pm$ 5,9	4,7 $\pm$ 3,5	0,7 $\pm$ 0,4	14,4

* GA = geschwollenes Akrosom; ** AIA = Akrosom in Ablösung;

*** AA = abgelöstes Akrosom

Die Beurteilung der Akrosomenmorphologie ergab einen Anteil von Spermien mit geschädigtem Akrosom von 13,5 % (Jungbullen) bis 15,0 % (mittelalte Bullen). Die meisten Veränderungen betrafen Spermien mit geschwollenem Akrosom (7,1 bis 9,0 %; Tab. 24). Signifikante Unterschiede (Scheffé-Test) zwischen den Altersgruppen waren nicht feststellbar.

4.3 Durch Computerbildanalyse ermittelte Parameter in Spermaproben des Ebers

Von 30 Ebern wurde je eine Spermaprobe, die ca. 120 Minuten nach Verdünnen und nach 24stündiger Lagerung bei +15 °C erneut aufgezeichnet worden war, mit Hilfe des Computers ausgewertet.

4.3.1 Vorwärtsbewegliche Eberspermien und deren Geschwindigkeit in frisch verdünntem Sperma und nach 24stündiger Lagerung

In frisch verdünntem Sperma wurde für Jungeber mit 42,4 % der höchste Anteil vorwärtsbeweglicher Samenzellen ermittelt. Den niedrigsten Anteil (30,7 %) wiesen die Proben der mittelalten Eber auf. Bei den alten Ebern bewegten sich 36,0 % der Spermien vorwärts. Der Anteil vorwärtsbeweglicher Spermien war im frischverdünnten Sperma zwischen jungen und mittelalten Ebern signifikant unterschiedlich ($p \leq 0,05$, Scheffé-Test). Innerhalb der drei Altersgruppen waren signifikante Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungszeitpunkten für den Anteil vorwärtsbeweglicher Spermien nachweisbar ($p \leq 0,01$, Student's t-Test). Nach 24stündiger Lagerung waren in den Proben der Jungeber noch 20,6 % Spermien vorwärtsbeweglich. Für mittelalte Eber wurde ein Wert von 11,8 % berechnet. Bei den alten Ebern zeig-

ten nach 24stündiger Lagerzeit noch 14,8 % der Spermien eine Vorwärtsbewegung (Tab. 25, Abb. 5).

Tab 25: Vorwärtsbewegliche Eberspermien und deren Durchschnittsgeschwindigkeit in $\mu\text{m/s}$ in Samenproben ca. 120 min nach Verdünnen und nach 24stündiger Lagerung bei $+15^\circ\text{C}$ (V-Klassifikation; $\bar{x} \pm s$).

Alter (Jahre)	Eber (n)	Zeit (h)	Vorwärtsbewegliche Spermien in Prozent	Geschwindigkeit ($\mu\text{m/s}$)
1-2	15	0	$42,4 \pm 10,8$	$53,2 \pm 4,1$
		24	$20,6 \pm 13,8$	$49,2 \pm 4,8$
4-5	8	0	$30,7 \pm 9,8$	$50,8 \pm 3,8$
		24	$11,8 \pm 9,2$	$47,7 \pm 1,7$
7-9	7	0	$36,0 \pm 11,7$	$50,1 \pm 5,6$
		24	$14,8 \pm 10,0$	$46,8 \pm 4,7$

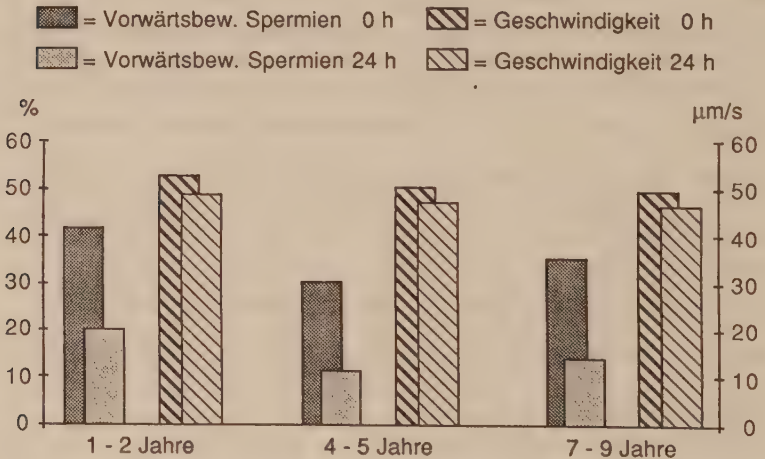


Abb. 5: Vorwärtsbewegliche Spermien (%) und deren Geschwindigkeit ($\mu\text{m/s}$) bei Ebern verschiedener Altersgruppen in frisch verdünntem Sperma (0 h) und nach 24stündiger Lagerung bei $+15^\circ\text{C}$ (24 h). (V-Klassifikation, $\bar{x}$).

Die Samenzellen der Jungeber bewegten sich nach dem Verdünnen mit 53,2 $\mu\text{m/s}$ vorwärts. Die der mittelalten Eber erreichten 50,8 $\mu\text{m/s}$. Für vorwärtsbewegliche Spermien der alten Eber wurde mit 50,1 $\mu\text{m/s}$ die langsamste Durchschnittsgeschwindigkeit ermittelt. Nach Lagerung der Samenproben bei +15 °C ging die Spermengeschwindigkeit der Jungeber auf 49,2 $\mu\text{m/s}$ zurück. Vorwärtsbewegliche Samenzellen mittelalter Tiere bewegten sich mit 47,7 $\mu\text{m/s}$. Durchschnittliche Geschwindigkeiten von 46,8 $\mu\text{m/s}$ erreichten die vorwärtsbeweglichen Spermien alter Eber (Tab. 25).

Tab. 26: Prozentuale Abnahmen vorwärtsbeweglicher Eberspermien und deren Geschwindigkeit nach 24stündiger Lagerung bei +15 °C.

Alter Eber (Jahre)	Eber (n)	vorwärtsbew. Spermien Abnahmen		Geschwindigkeit Abnahmen	
		absolut (%)	relativ (%)	absolut ($\mu\text{m/s}$)	relativ (%)
1-2	15	21,8	51,4	4,0	7,5
4-5	8	18,9	61,6	3,1	6,1
7-9	7	21,2	58,9	3,3	6,6

Die 24stündige Lagerung hatte einen signifikanten Abfall der Spermengeschwindigkeit in allen Altersgruppen zur Folge ($p \leq 0,05$, Student's t-Test). Die in absoluten und relativen Prozent ausgedrückten Differenzen bei beiden Motilitätsparametern sind in Tabelle 26 dargestellt. Unterschiede zwischen den Altersgruppen bezüglich der Reaktion

auf die 24stündige Lagerung sind gering (Tab. 26). Auffällig ist, daß durch die Lagerung die Geschwindigkeit der vorwärtsbeweglichen Spermien kaum beeinflußt wird (Abnahme relativ: 6,1 bis 7,5 %) während der Anteil vorwärtsbeweglicher Spermien deutlich reduziert wird (Abnahme relativ: 51,4 bis 61,6 %; Tab. 26).

Anhand der ältesten Eber ($n = 5$; 8 bis 9 Jahre) sollte die Individualität der einzelnen Spermaproben beschrieben werden. Nach dem Verdünnen wurden für vorwärtsbewegliche Spermienzellen Extremwerte von 19,9 bis 46,5 % ermittelt. Nach 24stündiger Lagerung bewegten sich die beobachteten Werte zwischen 3,2 und 22,9 % (Tab. 27). Die durchschnittliche Geschwindigkeit der vorwärtsbeweglichen Spermien zeigte in den verdünnten Spermaproben eine Variation von 43,0 bis 53,5 $\mu\text{m/s}$. Nach 24stündiger Lagerung bei +15 °C wiesen die Proben eine minimale Geschwindigkeit von 38,5 $\mu\text{m/s}$ und eine maximale von 48,2 $\mu\text{m/s}$ auf (Tab. 27).

Tab 27: Vorwärtsbewegliche Spermien und deren Geschwindigkeit ($\mu\text{m/s}$) von 5 alten Ebern in Samenproben ca. 120 min nach Verdünnen und nach 24stündiger Lagerung bei +15 °C (V-Klassifikation).

Alter (Jahre)	Zeit (h)	Spermien vorwärtsbewegl. (%)	Geschwindigkeit ($\mu\text{m/s}$)
9	0	19,9	43,0
	24	3,2	38,5
8	0	31,7	47,0
	24*	--	--
8	0	42,7	53,5
	24	22,9	48,2
8	0	46,5	52,3
	24	7,1	45,3
8	0	25,5	52,6
	24	10,3	46,7

*keine Untersuchung

4.3.2 Eberspermien mit Mindestgeschwindigkeiten von 10 bzw. 70 $\mu\text{m/s}$

Bei den Jungebern lag der Anteil der über 10 $\mu\text{m/s}$ schnellen Spermien nach der Verdünnung bei 74,4 %. Für mittelalte Tiere wurden 62,1 % ermittelt. Die Proben der alten Eber wiesen 68,9 % über 10 $\mu\text{m/s}$ schnelle Samenzellen auf. Nach 24stündiger Lagerung traten bei jungen Ebern 45,7 %, bei mittelalten Ebern 34,2 % und bei den alten Tieren 38,5 % Spermien mit einer Mindestgeschwindigkeit von

10 $\mu\text{m/s}$ auf (Tab. 28). Zwischen den Meßwerten der beiden Untersuchungstage traten für alle drei Altersgruppen signifikante Unterschiede auf ($p \leq 0,01$, Student's t-Test). Keine statistisch gesicherten Differenzen waren zwischen den Altersgruppen feststellbar.

Der Anteil der Spermien, die sich nach Verdünnen schneller als 70 $\mu\text{m/s}$ bewegten, war mit 8,0 % am höchsten bei den Jungebern. In den Proben mittelalter Eber bewegten sich 5,0 % der Spermien schneller als 70 $\mu\text{m/s}$ und bei den alten Ebern 5,9 %. Nach 24stündiger Lagerung der Spermaproben bei +15 °C wurden für Jungeber 3,4 % über 70 $\mu\text{m/s}$ schnelle Spermien erfaßt. Bei den mittelalten Tieren lag ihr Anteil bei 1,5 %, wogegen die Proben der alten Eber noch Werte von 2,1 % aufwiesen (Tab. 28). Innerhalb der Altersgruppen traten zwischen Verdünnen und 24stündiger Lagerung signifikante Differenzen auf ($p \leq 0,01$, Student's t-Test).

Tab. 28: Eberspermien mit einer Mindestgeschwindigkeit von 10 bzw. 70 $\mu\text{m/s}$ ca. 120 min nach Verdünnen und nach 24stündiger Lagerung bei +15 °C (V-Klassifikation; $\bar{x} \pm s$).

Alter (Jahre)	Eber (n)	Zeit (h)	Prozentsatz Spermien	
			>10 $\mu\text{m/s}$	>70 $\mu\text{m/s}$
1-2	15	0	74,4 $\pm$ 8,9	8,0 $\pm$ 3,4
		24	45,7 $\pm$ 21,6	3,4 $\pm$ 3,0
4-5	8	0	62,1 $\pm$ 11,5	5,0 $\pm$ 3,6
		24	34,2 $\pm$ 16,0	1,5 $\pm$ 1,4
7-9	7	0	68,9 $\pm$ 13,8	5,9 $\pm$ 4,6
		24	38,5 $\pm$ 15,8	2,1 $\pm$ 2,5

Die absoluten ($\mu\text{m/s}$) und relativen (%) Unterschiede zwischen verdünnten und 24 Stunden gelagerten Proben für die Parameter über 10 und über 70 $\mu\text{m/s}$ schneller Eberspermien waren in den Proben junger Eber im Vergleich zu denen der beiden anderen Altersgruppen am niedrigsten. Die höchsten Abnahmen traten, ebenfalls für beide Parameter, bei mittelalten Ebern in Erscheinung (Tab. 29).

Tab. 29: Prozentuale Abnahmen >10 und >70 $\mu\text{m/s}$ schneller Eberspermien nach 24stündiger Lagerung bei $+15^\circ\text{C}$.

Alter (Jahre)	Eber (n)	>10 $\mu\text{m/s}$ Abnahmen		>70 $\mu\text{m/s}$ Abnahmen	
		absolut ($\mu\text{m/s}$)	relativ (%)	absolut ($\mu\text{m/s}$)	relativ (%)
1-2	15	28,7	38,6	4,6	57,5
4-5	8	27,9	44,9	3,5	70,0
7-9	7	30,4	44,1	3,8	64,4

Um individuell bedingte Unterschiede der Samenqualität auch innerhalb einer Gruppe zu verdeutlichen, wurden die Anteile der über 10 und über 70 $\mu\text{m/s}$ schnellen Spermien am Beispiel der ältesten Eber (5 Eber, 8 bis 9 Jahre; Tab. 30) beschrieben. Nach der Verdünnung wurden für die über 10 $\mu\text{m/s}$ beweglichen Samenzellen Werte von 46,3 bis 75,4 % festgestellt. Für Spermien mit einer Geschwindigkeit von über 70 $\mu\text{m/s}$ traten minimale Werte von 0,3 % und maximale Werte von 8,5 % auf. Nach 24stündiger Lagerung bei $+15^\circ\text{C}$ konnten

beim Anteil der über 10 $\mu\text{m/s}$ schnellen Spermien Variationen von 19,0 bis 51,4 % beobachtet werden. In der Gruppe der über 70 $\mu\text{m/s}$ vorwärtsbeweglichen Samenzellen schwankten die Werte zwischen 0,0 und 2,6 % (Tab. 30).

Tab. 30: Spermien mit einer Mindestgeschwindigkeit von 10 bzw. 70 $\mu\text{m/s}$ von 5 alten Ebern in Samenproben ca. 120 min nach Verdünnen und nach 24stündiger Lagerung bei +15 °C; (V-Klassifikation).

Alter (Jahre)	Zeit (h)	Prozentsatz Spermien	
		>10 $\mu\text{m/s}$	>70 $\mu\text{m/s}$
9	0	62,3	0,3
	24	20,1	0,0
8	0	75,4	2,5
	24*	--	--
8	0	66,8	8,5
	24	51,4	2,6
8	0	72,5	8,1
	24	19,0	0,7
8	0	46,3	4,3
	24	29,8	0,9

*keine Untersuchung

4.3.3 Geschwindigkeitsverteilung von Eberspermien nach Verdünnung und nach 24stündiger Lagerung

Die Spermien der Eber wurden abhängig von ihrer Geschwindigkeit in verschiedene Klassen kategorisiert. Im Bereich von 0 bis 9 $\mu\text{m/s}$ galten alle Samenzellen als unbeweglich,

zwischen 10 und 29 $\mu\text{m/s}$ als ortsbeweglich und ab 30 $\mu\text{m/s}$ als vorwärtsbeweglich. Die letztgenannte Gruppe wurde im Geschwindigkeitsbereich von 30 bis 69 $\mu\text{m/s}$ in 10 $\mu\text{m/s}$ umfassende Klassen eingeteilt. Alle Spermien, die sich schneller als 70 $\mu\text{m/s}$ fortbewegten, bildeten eine einzige Klasse.

In den "frischen" Proben junger Eber (ca. 120 Minuten nach Verdünnung) wurden 25,6 % der Spermien als unbeweglich eingestuft. Bei Samenproben mittelalter Eber belief sich dieser Anteil auf 37,9 % und bei alten Ebern auf 35,7 %. Im Geschwindigkeitsbereich von 10 bis 29 $\mu\text{m/s}$ waren mit 32,0, 31,5 und 33,4 % Spermien ähnlich hohe Anteile bei jungen, mittelalten und alten Tieren anzutreffen. Wie schon in Tabelle 25 dargestellt, wiesen die Jungeber sowohl insgesamt als auch in den fünf Geschwindigkeitsklassen den höchsten Anteil vorwärtsbeweglicher Samenzellen auf (Tab. 31). Die mittelalten Eber, in deren Proben die wenigsten vorwärtsbeweglichen Spermien gefunden worden waren, verbuchten auch in allen Geschwindigkeitsklassen die niedrigsten Werte für sich. Mittels Scheffé-Test waren in den frisch verdünnten Proben Unterschiede zwischen den Altersgruppen ($p \leq 0,05$) nachweisbar: in der Klasse 50 bis 59 $\mu\text{m/s}$ zwischen Jungebern und mittelalten Ebern sowie alten und mittelalten, bei 60 bis 69 $\mu\text{m/s}$ sowie über 70 $\mu\text{m/s}$ schnellen Spermien zwischen jungen und alten Ebern.

Die Geschwindigkeitsverteilung der Spermien in frisch verdünnten Samenproben von jungen bzw. alten Ebern (Abb. 6 und 7) mit einer Klassenbreite von 5 $\mu\text{m/s}$ zeigt, daß die Zahl der Spermien in den Geschwindigkeitsklassen ab etwa 30 $\mu\text{m/s}$ kontinuierlich abfällt. Bei den Jungebern ist dieser Rückgang nicht so stark und es werden Spermien mit höherer Geschwindigkeit beobachtet als bei den Proben der alten Eber.

Die 24stündige Lagerung bewirkte einen starken Anstieg des Anteils unbeweglicher Spermien (Jungeber 54,3 %, mittelalte Eber 65,8 %, Alteber 61,5 %; Tab. 31). Dafür reduzierten sich der Anteil ortsbeweglicher Samenzellen sowie die Anteile vorwärtsbeweglicher Spermien in den fünf Geschwindigkeitsklassen. Auch hier wirkte sich dies in etwa gleichmäßig in den einzelnen Klassen aus. Innerhalb der Altersgruppen waren in sämtlichen Klassen zwischen verdünnten und 24 Stunden gelagerten Proben signifikante Unterschiede feststellbar ($p \leq 0,01$; Student's t-Test).

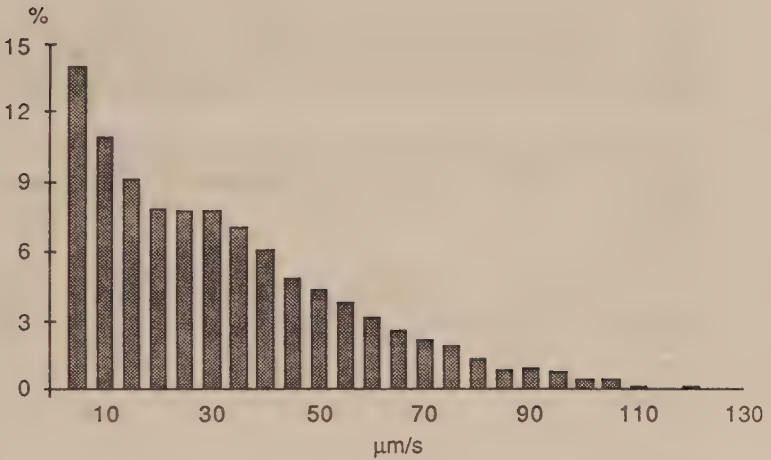


Abb. 6: Geschwindigkeitsverteilung in frisch verdünnten Spermaproben junger Eber (1-2 Jahre; n = 15; V-Klassifikation; Klassenbreite 5 µm/s; 9928 Spermien ausgewertet).

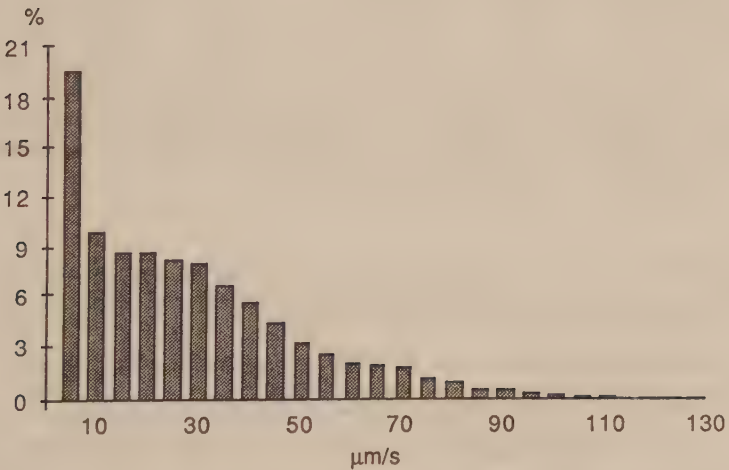


Abb. 7: Geschwindigkeitsverteilung in frisch verdünnten Spermaproben alter Eber (7-9 Jahre; n = 7; V-Klassifikation; Klassenbreite 5 µm/s; 4255 Spermien ausgewertet).

Tab. 31: Geschwindigkeitsverteilung der Spermien in frischverdünnten Samenproben von Ebern unterschiedlicher Altersgruppen (Messung nach Verdünnen und nach 24stündiger Lagerung bei +15 °C; V-Klassifikation; $\bar{x}$).

Geschwindigkeit ($\mu\text{m/s}$)	Zeit (h)	Prozentsatz Spermien		
		Jung*	Mittel**	Alt***
unbewegl.				
0- 9	0	25,6	37,9	35,7
	24	54,3	65,8	61,5
ortsbewegl.				
10-29	0	32,0	31,5	33,4
	24	25,0	22,4	23,7
vorwärtsbew.				
30-39	0	12,9	10,7	12,4
	24	7,7	5,0	6,3
40-49	0	9,3	6,8	8,3
	24	4,6	2,4	3,3
50-59	0	7,0	4,7	5,5
	24	2,9	1,7	1,9
60-69	0	5,3	3,5	3,9
	24	2,1	1,1	1,2
>70	0	8,0	5,0	5,9
	24	3,4	1,5	2,1

* Jung = 1 - 2 Jahre, (n = 15);

** Mittel = 4 - 5 Jahre (n = 8);

*** Alt = 7 - 9 Jahre (n = 7);

Setzt man die in den frisch verdünnten Spermaproben ermittelten Werte mit 100 % an, ergeben sich die in Tabelle 32 aufgeführten absoluten und relativen Abweichungen für die einzelnen Geschwindigkeitsklassen bzw. Altersgruppen. Bei dieser Darstellungsform wird besonders deutlich, daß durch die Lagerung die Durchschnittsgeschwindigkeit der Spermien reduziert und der Anteil unbeweglicher Samenzellen (0 bis 9 $\mu\text{m/s}$) deutlich erhöht wird. Diese Zunahme war mit 112,1 %

bei Jungebern am höchsten und bei alten Ebern mit 72,3 % am niedrigsten.

Tab. 32: Prozentuale Ab- bzw. Zunahmen von unbeweglichen, ortsbeweglichen und vorwärtsbeweglichen Eberspermien nach 24stündiger Lagerung bei +15 °C.

Geschwin- digkeit (µm/s)	Jung*		Mittel**		Alt***	
	absol.	relat.	absol.	relat.	absol.	relat.
0- 9	+28,7	+112,1	+27,9	+73,6	+25,8	+72,3
10-29	- 7,0	-21,9	- 9,1	-28,9	- 9,7	-29,1
30-39	- 5,2	-30,3	- 5,7	-53,3	- 6,1	-49,2
40-49	- 4,7	-50,5	- 4,4	-64,7	- 5,0	-60,2
50-59	- 4,1	-58,6	- 3,0	-63,8	- 3,6	-65,5
60-69	- 3,2	-60,4	- 2,4	-68,6	- 2,7	-69,2
>70	- 4,6	-57,5	- 3,5	-70,0	- 3,8	-64,4

- * Jung = 1 - 2 Jahre (n = 15);
** Mittel = 4 - 5 Jahre (n = 8);
*** Alt = 7 - 9 Jahre (n = 7)

4.4 Morphologische Beurteilung von Eberspermien

Von 56 Ebern wurden native Spermaproben mit Bromphenolblau-Nigrosin gefärbt und ein weiteres Präparat mit einer Formollösung flüssigfixiert. Der höchste Anteil veränderter Spermien trat bei jungen Ebern auf (9,3 %). Bei mittelalten Ebern wurden 5,7 % Spermienanomalien festgestellt. Der

niedrigste Gesamtanteil von 3,7 % fand sich bei alten Ebern. Der höchste Anteil primärer Anomalien lag bei 2,1 %. Der Großteil der beobachteten Veränderungen entfiel auf sekundäre Anomalien. Dieser Anteil betrug bei alten Ebern 1,7 % und bei den jungen Ebern 7,2 % (Tab. 33).

Tab. 33: Prozentsatz primärer und sekundärer Anomalien in Ebersperma aus Spermaproben ca. 120 min nach Verdünnen ($\bar{x} \pm s$).

Alter (Jahre)	Eber (n)	Prozentsatz Anomalien		
		primäre	sekundäre	gesamt
1-2	17	2,1 $\pm$ 1,6	7,2 $\pm$ 12,9	9,3
4-5	23	0,9 $\pm$ 0,8	4,8 $\pm$ 7,4	5,7
7-9	16	2,0 $\pm$ 2,4	1,7 $\pm$ 1,5	3,7

Spermien mit anhängendem Zytoplasmatröpfchen waren vor allem bei Jungebern zu finden (14,8 %), während bei alten Ebern im Durchschnitt nur 6,6 % der Spermien ein Zytoplasmatröpfchen aufwiesen (Tab. 34) Der Anteil ungefärbter Samenzellen war in den drei Altersgruppen nahezu gleich (78,0 bis 78,7 %).

Der Anteil von Spermien mit einem Akrosom in Ablösung betrug in allen Altersgruppen 0,3 %. Samenzellen mit abgelösten Akrosomen wurden nicht beobachtet (Tab. 35).

Tab. 34: Prozentsatz Zytoplasmatröpfchen und ungefärbter Eberspermien in Spermaproben ca. 120 min nach Verdünnen ($\bar{x} \pm s$).

Alter (Jahre)	Eber (n)	Prozentsatz Zytoplasma- tröpfchen	Prozentsatz ungefärbte Spermien
1-2	17	14,8 $\pm$ 16,4	78,7 $\pm$ 1,5
4-5	23	10,9 $\pm$ 10,3	78,5 $\pm$ 1,8
7-9	16	6,6 $\pm$ 5,5	78,0 $\pm$ 2,6

Tab. 35: Prozentsatz akrosomal veränderter Eberspermien ca. 120 min nach Verdünnen ($\bar{x} \pm s$).

Alter (Jahre)	Eber (n)	GA*	Prozentsatz AIA**	AA***	gesamt
1-2	17	0,4 $\pm$ 0,2	0,3 $\pm$ 0	/	0,8
4-5	23	1,0 $\pm$ 0,9	0,3 $\pm$ 0	/	1,3
7-9	16	0,8 $\pm$ 0,4	0,3 $\pm$ 0	/	1,1

* GA = geschwollenes Akrosom; ** AIA = Akrosom in Ablösung;
*** AA = abgelöstes Akrosom

Für keinen der oben beschriebenen Parameter konnten statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den Altersgruppen nachgewiesen werden.

5 Diskussion

Spermauntersuchungen mit einem computergesteuerten Bildanalysesystem sind bisher noch nicht unter dem Aspekt einer möglichen Auswirkung eines hohen Lebensalters der Vartiere auf die Spermienmotilität durchgeführt worden. Über morphologische Parameter an adäquaten Proben liegen nur spärliche Daten für den Menschen (MAC LEOD und HOLD, 1953; SCHIRREN et al., 1982; LAMMERS et al., 1982; SCHWARTZ et al., 1983; SCHIRREN et al., 1975) und den Bullen (SECONI und GUSTAFSSON, 1981) vor.

Bei derartigen Untersuchungen wurde bisher Tieren mit besonders kurzen Reproduktionsintervallen (Ratte, Maus) oder mit langjähriger Nutzungsdauer (z. B. Pferd) der Vorzug gegeben (ADAMS, 1981). Arbeiten über den Eber stellen eher die Ausnahme dar. Der Grund dafür ist bei dieser Tierart in einem relativ kurzfristigen Einsatz in der Zucht und dem somit geringen Höchstalter von Ebern zu suchen.

Im Hinblick auf die in der Literatur berücksichtigten Arten wurden in den vorliegenden Untersuchungen die Vertreter einer bereits vielfach untersuchten und einer wenig erwähnten Spezies, nämlich Rind und Schwein, einbezogen. Das Ziel dieser Arbeit war es, mittels der Videomikrographie altersabhängige Veränderungen der Spermienmotilität zu unter-

suchen. Dazu wurden Samenproben von Tieren unterschiedlicher Altersgruppen herangezogen. Zusätzlich fand eine morphologische Beurteilung der Spermien mit visuell mikroskopischen Methoden statt.

Die natürliche Lebenserwartung von Bullen wird in der Literatur mit durchschnittlich 20 bis 25 Jahren angegeben. Beim Hausschwein liegt das potentiell erreichbare Alter bei ca. 18 Jahren (FLINDT, 1985; SCHRÖDER, 1986). Unter den für diese Untersuchungen zur Verfügung stehenden Bullen waren die ältesten zwischen 11 und 12 Jahre alt. Die ältesten Eber dieser Untersuchungen wiesen maximal ein Alter von neun Jahren auf. Dabei ist zu erwähnen, daß an den Bayerischen Besamungsstationen im Jahr 1987 ein Gesamtbestand an 1451 Bullen und 480 Ebern vorhanden war (MÖLLER und RITTLER, 1987). Für die hier durchgeführten Untersuchungen wurden die ältesten Vatertiere dieser Population herangezogen.

Die Diskrepanz zwischen dem natürlichen Lebensalter und dem Alter von Tieren im Besamungseinsatz ist auf verschiedene Ursachen zurückzuführen. So stehen beim Verbleib der Tiere an den Besamungsstationen Zuchtwert sowie quantitative und qualitative Spermaeigenschaften im Vordergrund. Durch die Möglichkeit der Tiefgefrierkonservierung beim Rind wird unter anderem aus organisatorischen und wirtschaftlichen Aspekten die Wartebullenhaltung immer weniger praktiziert.

Vielmehr wird von den Tieren unmittelbar nach dem Prüfeinsatz (Alter 1 bis 2 Jahre) ein Samendepot angelegt und die Bullen unter Umständen noch vor Abschluß der Nachkommenprüfung der Verwertung zugeführt (PAUFLER, 1974; SCHWARZ 1969). Dagegen scheiden Eber in erster Linie aufgrund von Erkrankungen des Bewegungsapparates sowie des Herz- und Kreislaufsystems frühzeitig aus dem Einsatz in der Künstlichen Besamung aus. Bei beiden Spezies kommt hinzu, daß durch den raschen Zuchtfortschritt die Nutzung bestimmter Tiere über einen langen Zeitraum hinweg züchterischen Überlegungen im Wege steht.

Die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Ejakulate stammen somit von Tieren einer bestimmten Altersgruppe, die in engem Zusammenhang mit dem Nutzungsanspruch im Einsatz in der KB stehen. Es konnte deshalb nur angestrebt werden eventuell altersbedingte Veränderungen der Spermaparameter bei Gruppen mit möglichst großen Altersunterschieden aufzuzeigen. Mit Hilfe der Videomikrographie wurden Motilität und Geschwindigkeit der Samenzellen beurteilt. Diese Untersuchungen fanden beim Bullen an frisch aufgetauten Tiefgefriersamenproben und beim Eber an Frischsperma statt. Sie wurden jeweils nach 24stündiger Lagerung bei +5 °C (Bulle) bzw. +15 °C (Eber) wiederholt. Neben der Beurteilung des Anteils lebender sowie morphologisch veränderter Spermien (LEIDL et al., 1971) wurde zusätzlich auch eine Differenzierung der Akrosomenbeschaffenheit vorgenommen (WEITZE et al., 1977).

Die durch den Computer ermittelten Motilitätsparameter für Spermaproben von Bulle und Eber waren jeweils in allen drei Altersgruppen nach Auftauen bzw. Verdünnen im Vergleich zu den im Schrifttum aufgeführten Werten als physiologisch zu beurteilen (GSCHWEND, 1986; SCHRÖPPEL, 1988).

In den Spermaproben von alten Bullen lagen höhere Anteile vorwärtsbeweglicher und linear vorwärtsbeweglicher Spermien vor. Die Durchschnittsgeschwindigkeit der Samenzellen war in allen Altersgruppen ähnlich hoch. Die Differenzierung in verschiedene Geschwindigkeitsklassen ergab nur sehr geringgradige Unterschiede. In Samenproben junger Bullen waren jedoch höhere Anteile schneller Spermien ($> 70 \mu\text{m/s}$) zu beobachten. Der höhere Prozentsatz vorwärtsbeweglicher Samenzellen in Tiefgefriersperma älterer Bullen kann auf der Selektion von Bullen für den Einsatz in der Künstlichen Besamung beruhen. Es ist vorstellbar, daß vom Einstellungszeitpunkt der Prüfbullen an eine laufende Kontrolle der Samenqualität erfolgt, so daß die hier untersuchten alten Bullen das Ergebnis einer ständigen Selektion auch auf Samenqualität darstellen. Dies stimmt insofern mit den eigenen Ergebnissen überein, als die Beurteilung an den Stationen bisher ausschließlich durch Schätzung der Prozentsätze vorwärtsbeweglicher Samenzellen erfolgt. Die Bestimmung der Spermien-geschwindigkeit war bisher in der Routinearbeit von Besamungsstationen nicht durchführbar. Eventuell wird es in Zukunft mit dem Einsatz der Bildanalyse möglich, für die Se-

lektion von Bullen auch bestimmte Geschwindigkeitsparameter zu verwenden. Bei den Ejakulatproben der Eber war mit steigendem Alter eine Abnahme vorwärtsbeweglicher Spermien festzustellen. Dies betraf vorwiegend die höheren Geschwindigkeitsklassen ($> 50 \mu\text{s}$). Beim Eber scheint, ähnlich wie beim Bullen, die Durchschnittsgeschwindigkeit altersunabhängig zu sein. Jedoch finden sich bei diesen Spezies die "schnellsten" Spermien bei den jungen Tieren.

Die Ergebnisse der Untersuchung nach 24stündiger Lagerung zeigen bei Bulle und Eber bezüglich des Gesamtanteils vorwärtsbeweglicher und linear vorwärtsbeweglicher Spermien ähnliche Tendenzen auf. In den Proben der jungen Bullen konnte eine Verschiebung schneller Spermien in mittlere Geschwindigkeitsbereiche und bei den beiden anderen Altersgruppen in die Klassen un- und ortsbeweglicher Spermien beobachtet werden. Der Abfall zwischen der Ausgangsbestimmung ("0 Stunden" Wert) und der 24 Stunden später vorgenommenen Wiederholungsmessung ("24 Stunden" Wert) war bei den über $70 \mu\text{s}$ schnellen Samenzellen bei jungen Bullen signifikant geringer als bei den alten Bullen ($p \leq 0,01$). Es fällt auf, daß jeweils die höchsten Anteile vorwärtsbeweglicher Samenzellen beim Rind bei älteren Tieren und beim Schwein dagegen bei jüngeren Tieren beobachtet wurden. Dabei muß darauf hingewiesen werden, daß aus technischen Gründen beim Bullen Tiefgefriersperma verwendet wurde, während beim Eber Frischsperma untersucht wurde.

Bei den in dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen zur Spermienmorphologie ergaben sich sowohl für den Gesamtanteil anomaler Spermien als auch für den Prozentsatz von Spermien mit Akrosomenveränderungen durchwegs Werte, die im physiologischen Bereich lagen. Innerhalb dieses Bereiches konnten weder beim Bullen noch beim Eber altersbedingte Veränderungen festgestellt werden (Differenz zwischen den Altersgruppen $p > 0,05$). Dagegen fanden SEKONI und GUSTAFSSON (1981) im Sperma alter Bullen einen höheren Anteil morphologisch veränderter Samenzellen. Die Differenzierung in primäre und sekundäre Anomalien (LEIDL et al., 1971) gibt gewisse Anhaltspunkte für die Diskussion der eigenen Ergebnisse. Der Anteil primärer Anomalien war bei beiden Tierarten altersunabhängig. Dies läßt den Schluß zu, daß die Spermatogenese bei diesen Tieren ungestört ablief. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß das Alter der Tiere im Verhältnis zur möglichen Lebenserwartung relativ gering war.

Sekundäre Anomalien werden als Indiz für Störungen der Nebenhodenfunktion sowie der akzessorischen Geschlechtsdrüsen angesehen. Gleichartige Anomalien können jedoch auch als sogenannte tertiäre Anomalien (WÜRGAU, 1986), d. h. als Artefakte, die vom Zeitpunkt der Samenentnahme bis zur Anfertigung der Präparate entstehen können, vorkommen. Der niedrigere Anteil sekundärer Anomalien in Samenproben von alten Ebern ist eventuell darauf zurückzuführen, daß mit zunehmendem Alter eine höhere Resistenz gegenüber allen in

vitro Manipulationen auftritt. Wie an den Proben der jeweils ältesten Bullen und Eber gezeigt wurde, unterliegt die Spermaqualität ausgeprägten individuellen Einflüssen. Bei den hier beschriebenen Ergebnissen können deshalb nur Tendenzen aufgezeigt werden. Außerdem erschwert die unterschiedliche Verarbeitungsweise der Ejakulate, d. h. Flüssig- bzw. Tiefgefrierkonservierung, einen tierartlichen Vergleich der hier an Bulle und Eber durchgeführten Untersuchungen. Bei der Bewertung dieser Aussagen ist außerdem zu bedenken, daß bei der Untersuchung der Spermienmorphologie die subjektive Beurteilung Einfluß auf das Ergebnis nehmen kann.

Zusammenfassend läßt sich die Aussage treffen, daß mit Hilfe der Videomikrographie eine objektive Beurteilungsmethodik gegeben ist, die es ermöglicht auch geringe Unterschiede zwischen den untersuchten Proben aufzuzeigen. In der vorliegenden Arbeit konnten altersabhängige Veränderungen bei bestimmten Spermaparametern dargestellt werden. Aufgrund des selektierten Materials und der beschränkten Anzahl der Tiere waren diese Veränderungen nur teilweise statistisch zu sichern. Es erscheint daher folgerichtig, daß altersabhängige Einflüsse auf die Samenqualität am deutlichsten an der Widerstandsfähigkeit der Samenzellen, in diesen Untersuchungen nach 24stündiger Lagerung in vitro, nachgewiesen werden konnten. Dieses Verfahren erlaubt es die Problematik eine Verfälschung der Ergebnisse durch

vorselektierte Tiere weitgehend auszuschließen, weil für diese Selektion andere Kriterien zählen.

Für die Belange der Praxis der Künstlichen Besamung kann aus diesen Untersuchungen gefolgert werden, daß Einflüsse des Lebensalters auf die Spermienmotilität eines Vater-tieres gegeben sind.

6 Zusammenfassung

Es wurde an Bullen und Ebern untersucht, ob das Lebensalter einen Einfluß auf Motilität und Morphologie der Spermien hat. Die Untersuchungen wurden mit dem computergesteuerten Videomikrographiesystem und visuell mikroskopischen Methoden durchgeführt. Der Samen von Bullen im Alter von 2 bis 4 Jahren ($n = 45$), 5 bis 7 Jahren ($n = 39$) und 8 bis 12 ($n = 45$) wurde nach Tiefgefrieren und Auftauen untersucht. Die Spermaproben der Eber im Alter von 1 bis 2 Jahre ($n = 15$), 4 bis 5 Jahre ($n = 8$) und 7 bis 9 Jahre ($n = 7$) wurden ca. 2 Stunden nach der Verdünnung untersucht. Eine zusätzliche Untersuchung erfolgte nach 24stündiger Lagerung bei $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Bulle) bzw. $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Eber).

Im Untersuchungsmaterial wurde bei alten Bullen ein höherer Anteil vorwärtsbeweglicher und linear vorwärtsbeweglicher Spermien beobachtet, der eventuell auf der Selektion der Bullen im Laufe ihres Besamungseinsatzes zurückzuführen ist. Bei älteren Ebern war der Anteil vorwärtsbeweglicher Samenzellen niedriger als bei jungen Tieren. Die Durchschnittsgeschwindigkeit der Samenzellen war bei beiden Spezies in allen Altergruppen ähnlich hoch, jedoch fanden sich jeweils die Spermien mit den höchsten Geschwindigkeiten in der Gruppe "junger Tiere".

Die Bestimmung der Motilitätsparameter vor bzw. nach einer 24stündigen Lagerung der Samenproben ergab, daß bei jungen Tieren der Abfall des Anteils vorwärtsbeweglicher und linear vorwärtsbeweglicher Spermien innerhalb dieses Zeitraums deutlich geringer war als bei älteren Tieren. Dies wird auf eine höhere Vitalität der Samenzellen junger Tiere zurückgeführt.

Die morphologische Beurteilung der Samenproben von Bullen gab keine Hinweise auf einen Einfluß des Lebensalters. Beim Schwein war der Anteil sekundärer Anomalien in den Proben junger Eber höher als bei älteren Tieren.

Die in diesen Untersuchungen am Modell des Bullen und Eber aufgezeigten altersbedingten Veränderungen der Spermienmotilität können auch für praktische Belange, z. B. die Künstliche Besamung, von Bedeutung sein.

7 Summary

The influence of age on the morphology and motility of bull and boar spermatozoa

Thawed sperm samples of bulls (2 to 4 years, $n = 45$; 5 to 7 years, $n = 39$; 8 to 12 years, $n = 45$) and diluted semen specimen of boars (1 to 2 years, $n = 15$; 4 to 5 years, $n = 8$; 7 to 9 years, $n = 7$) were examined for age-related changes in sperm motility and morphology.

By computer-assisted videomicrography sperm motility was detected after thawing or dilution and was analyzed again after 24 hours preservation at $+5^{\circ}\text{C}$ or $+15^{\circ}\text{C}$ (bull and boar, respectively). The morphology was evaluated in bromophenolblue-nigrosin-dyed smears as well as formol saline fixed sperm samples.

A higher amount of forward moving and linearly forward moving spermatozoa was found in samples of old bulls, whereas the percentage of forward moving cells seemed to decline in the ejaculates of old boars. The mean sperm velocity was similar in all age-groups of both species. Yet spermatozoa of young animals always showed a slightly higher velocity.

In comparison to other age-groups samples of young bulls as

well as young boars showed a less reduced sperm motility after short-term preservation at low temperatures. This might be due to a higher vitality of spermatozoa from young individuals.

Evaluation of sperm morphology in bulls did not give any evidence for age-related changes. In boars the percentage of spermatozoa with secondary anomalies decreased with advancing age.

As documented in this study in cattle and swine sperm motility can be influenced by age. This should be considered in clinical aspects of andrology as well as artificial insemination.

8 Literaturverzeichnis

ADAMS, C. E. (1981):

Alter und Fortpflanzung, in Fortpflanzungsbiologie der Säugetiere, Band 4, Seite 115-119; Spezielle Aspekte der Fortpflanzung, Pareys Studentexte, Nr. 9, Hrsg. R. Colin und R.V. Short, Berlin, Hamburg, Parey.

AEHNELT, E., J. HAHN und J. EHRENFELD (1972):

Abgangsursachen von Besamungsbullen und klinische Hodenbefunde.

Wien. Tierärztl. Mschr., 59, 28 - 32.

AEHNELT, E., W. ROMANOWSKI und H. MARRE (1973):

Klinische Hodenbefunde und Fruchtbarkeitsprognose bei Aufzuchtbulln.

Dtsch. Tierärztl. Wschr., 80, 293 - 316.

ALMQUIST, J. O. and D. C. CUNNINGHAM (1967):

Reproductive capacity of beef bulls.

I. Postpuberal changes in semen production at different ejaculation frequencies.

J. Anim. Sci. 26, 174 - 181.

ALMQUIST, J. O., R. J. BRANAS and K. A. BARBER (1976):

Postpuberal changes in semen production of charolais bulls ejaculated at high frequency and the relation between testicular measurement and sperm output.

J. Anim. Sci. 42, 670 - 676.

AMANN, R. P. (1962 a):

Reproductive capacity of dairy bulls.

III. The effect of ejaculation frequency, unilateral vasectomy, and age on spermatogenesis.

Amer. J. Anat. 110, 49 - 68.

AMANN, R. P. (1962 b):

Reproductive capacity of dairy bulls.

IV. Spermatogenesis and testicular germ cell degeneration.

Amer. J. Anat. 110, 69 - 78.

AMANN, R. P., D. L. THOMPSON Jr., E. L. SQUIRES and B. W. PICKETT (1979):

Effects of age and frequency of ejaculation on sperm production and extragonadal sperm reserves in stallions.

J. Reprod. Fert., Suppl. 27, 1 - 6.

BACCETTI, B., T. RENIERI, M. G. SELMI and P. SOLDANI (1983):

Sperm structure and function in 70 year old humans.

In: The Sperm Cell. Fertilizing power, surface properties, motility, nucleus and acrosome, evolutionary aspects.

Proceedings of the 4. Internat. Symposium on Spermatology, Seillac, France, 1982. Eds. by J. Andre, The Hague u. a.: Nijhoff, 1983

- BACCETTI, B., T. RENIERE, M. G. SELMI and P. SOLDANI (1984):
Sperm morphogenesis, structure and function in humans over 70 years old.
J. Submicrosc. Cytol. 16, 585 - 600.
- BEDAIR, G. A. M. und M. THIBIER (1979):
Peripheral plasma androstenedione and testosterone concentrations in bulls before and during puberty.
J. Repod. Fert. 56, 7 - 10.
- BERNDTSON, W. E., B. W. PICKETT and T. M. NETT (1974):
Reproductive physiology of the stallion.
IV. Seasonal changes in the testosterone concentration of peripheral plasma.
J. Reprod. Fert. 39, 115 - 118.
- BONADONNA, T. e L. OLGIATTI (1953):
Dell'identificazione dei nemaspermici di "Bos taurus" vivi e morti con la colerazione bleu bromo-fenolo e nigrosina.
Zootec. vet. 8, 195-199.
- BOWLING, G. A., D. N. PUTNAM, and R. H. ROSS (1940):
Age as a factor influencing breeding efficiency in a dairy herd.
J. Dairy Sci. 23, 1171 - 1177.
- BÜRGI, H. und C. HEDINGER (1959):
Histologische Hodenveränderungen im hohen Alter.
Schweiz. Med. Wschr. 47, 1236 - 1239.
- COLLINS, W. E., E. K. INSKEEP, W. H. DREHER, W. J. TYLER and L. E. CASIDA (1962):
Effect of age on fertility of bulls in artificial insemination.
J. Dairy Sci. 45, 1015 - 1018.
- COULTER, G. H., L. L. LARSON and R. H. FOOTE (1975):
Effect of age on testicular growth and consistency of Holstein and Angus bulls.
J. Anim. Sci. 41, 1383 - 1389.
- DAWSON, J. R. (1938):
The breeding efficiency of proved (aged) sires.
J. Dairy Sci. 21, 725 - 737.
- FLINDT, R. (1985):
In: Biologie in Zahlen, 6 - 8, Ed.: FLINDT, R., Gustav-Fischer Verlag Stuttgart, New York.
- GALLOWAY, D. B. (1961):
Testicular pathology in bulls sent for slaughter in N.S.W.. A preliminary survey.
Aust. Vet. J. 37, 335 - 341.

GSCHWEND, H. J. (1986):

Untersuchungen über die Motilität von Bullenspermien, insbesondere über den Einfluß ihrer Geschwindigkeit auf das Befruchtungsvermögen.

Vet. med. Diss., München.

HAHN, J., R. H. FOOTE, and G. E. SEIDAL (1969 a):

Testicular growth and related sperm output in dairy bulls.

J. Anim. Sci. 29, 41 - 46.

HAHN, J., R. H. FOOTE and G. E. SEIDEL, Jr. (1969 b):

Quality and freezability of semen from growing and aged dairy bulls.

J. Dairy Sci. 52, 1843 - 1848.

HANCOCK, J. L. (1956):

IV. The morphology of boar spermatozoa.

J. Roy. Micr. Soc. 76, 84 - 97.

HARBITZ, T. B. (1973):

Testis weight and the histology of the prostate in elderly men. An analysis in an autopsy series.

Acta path. microbiol. scand. sect. A 81, 148 - 158.

HARMAN, S. M. and P. D. TSITOURAS (1980):

Reproductive hormones in ageing men. I. Measurement of sex steroids, basal luteinizing hormone, and Leydig cell response to human chorionic gonadotropin.

J. Clin. Endocrin. Metab. 51, 35 - 40.

HOLSTEIN, A. F. (1983):

Spermatid differentiation in man during senescence.

In: The Sperm Cell. Fertilizing power, surface properties, motility, nucleus and acrosome, evolutionary aspects.

Proceedings of the 4. Internat. Symposium on Spermatology, Seillac, France, 1982. Eds. by J. Andre, The Hague u. a.:

Nijhoff, 1983

HOMONNAI, Z. T., N. FAIRMAN, M. P. DAVID and G. F. PAZ (1982):

Semen quality and sex hormone pattern of 39 middle aged men.

Andrologia 14, 164 - 170.

HONORÉ, L. H. (1978)

Ageing changes in the human testis: a lightmicroscopic study.

Gerontololgy 24, 58 - 65.

HOOKE, C. W. (1937):

Testis hormone in relation to age.

Endocrinology 21, 655 - 658.

HOOKE, C. W. (1944):

The postnatal history and function of the interstitial cells of the testis of the bull.

Am. J. Anat. 74, 1 - 37.

- HUMPHREY, J. D. and P. W. LADDS (1975):
Pathology of the bovine testis and epididymis.
Vet. Bull. 45, 787 - 797.
- JOHNSON, L. and W. B. NEAVES (1981):
Age-related changes in the leydig cell population, seminiferous tubules, and sperm production in stallions.
Biol. Reprod. 24, 703 - 712.
- JOHNSON, L. and D. L. THOMPSON, Jr. (1983):
Age-related and seasonal variations in the sertoli cell population, daily sperm production and serum concentration of follicle-stimulating hormone, luteinizing hormone and testosterone in stallions.
Biol. Reprod. 29, 777 - 789.
- JOHNSON, L. and W. B. NEAVES (1983):
Age-related changes in daily sperm production (DSP), parenchymal weight, and tunic weight in men.
J. of Andrology, 4, 22, A3.
- JOHNSON, L., C. S. PETTY and W. B. NEAVES (1984):
Influence of age on sperm production and testicular weight in men.
J. Reprod. Fert. 70, 211 - 218.
- KILLIAN, G. J. und R. P. AMANN (1972):
Reproductive capacity of dairy bulls.
IX. Changes in reproductive organ weights and semen characteristics of Holstein bulls during the first thirty weeks after puberty.
J. Dairy Sci. 55, 1631 - 1635.
- KOTHARI, L. K. and A. S. GUPTA (1974):
Effect of ageing on the volume, structure and total Leydig cell content of the human testis.
Int. J. Fertil. 19, 140 - 146.
- LAMMERS, V., C. W. FREISCHEN, E. J. WICHINGS, and E. NIESCHLAG (1982):
Exocrine and endocrine testicular functions in grandfathers.
Acta endocrinologica, Suppl. 246, 99.
- LEIDL, W., W. SCHEFELS, R. STOLLA und E. METZGER (1971):
Differenzierung und Befruchtungsvermögen pathologischer Spermien.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 78, 129 - 134.
- MAC LEOD, J. and R. Z. GOLD (1953):
The male factor in fertility and infertility. VII. Semen quality in relation to age and sexual activity.
Fert. Steril. 4, 194 - 209.
- MADRID, N., R. S. OTT, D. N. RAO VEERAMACHANENI, D. F. PARRETT, W. VANDERWERT und C. L. WILLMS (1988):
Scotal circumference, seminal characteristics and testicular lesions of yearling Angus bulls.
Am. J. Vet. Res. 49, 579 - 585.

MAKLER, A. (1978):

A new multiple exposure photography method for objective human spermatozoal motility determination.
Fert. Steril. 30, 192 - 199.

MAKLER, A. (1980):

Use of a microcomputer in combination with the multiple exposure photography technique for human sperm motility determination.
J. Urol. 124, 372 - 374.

McCULLOUGH, M., D. M. SEATH and D. OLDS (1951):

The repeatability and effect of age on yearly breeding efficiency of sires used in artificial breeding.
J. Dairy Sci. 34, 548 - 553.

MONKE, D. R. (1987):

Examination of the bovine scrotum, testicles, and epididymides; Part I.
Compendium on continuing education 9, 252 - 255.

MÜLLER, E. und J. SZILAGYI (1962):

Untersuchungen über den Einfluß von Alter und Rassen auf die Samenproduktion von Jungbullen.
Zuchthyg. 7, 111 - 119.

MÜLLER, K. und G. RITTLER (1987):

Die künstliche Besamung in Bayern.
Jahresbericht der Arbeitsgemeinschaft der Besamungsstationen in Bayern.

NIESCHLAG, E. (1979):

The male climacteric.
In: Female and male climacteric, 133-139, Ed. P.A. van Keep, D. M. Serr and R. B. Greenblatt, MTP Press, Lancaster

NÖBAUER, H., H. S. CHOI and E. MÖSTL (1983):

Androstendion, Epitestosteron und Testosteron im Blut von zwei bis zehn Monate alten Stieren.
Veterinär-Humanmedizinische Tagung, München, 17. und 18. Februar 1983, 161 - 165.

NORUSIS, M. J. (1986):

SPSS/PC+ for the IBM PC/XT/AT.
SPSS inc., Chicago.

OSMAN, A. M. (1970):

Clinical variations in testicular size of bulls older than two years.
Zuchthyg. 5, 181 - 185.

PAUFLER, S. K., H. BADER, A. BONFERT, R. H. FOOTE und S. SALOMON (1974):

Künstliche Besamung und Eitransplantation bei Tier und Mensch, Band I;
Verlag M. & H. Schaper, Hannover.

PIRKE, K. M., and P. DOERR (1970):

Age related changes in free plasma testosterone, dihydro-testosterone and oestradiol.

Acta Endocrinol. (Kbh.) 80, 171 - 178.

PIRKE, K. M. and P. DOERR (1973):

Age-related changes and interrelationships between plasma testosterone, oestradiol and testosterone-binding globulin in hormonal adult males.

Acta Endocrinol. (Kbh.) 74, 792 - 800.

PODANY, J. (1966):

Testicularbiometrie - ein wichtiger Faktor bei der Auswahl der männlichen Zuchttiere.

Fortpfl. Haust. 2, 209 - 229.

RAWLINGS, N. C., H. D. HAFS and L. V. SWANSON (1972):

Testicular and blood plasma androgens in Holstein bulls from birth through puberty.

J. Anim. Sci. 34, 435 - 440.

RIEMKE, P. (1984):

Untersuchungen zur Motilitäts- und Geschwindigkeitsmessung von Bullenspermien mit Hilfe der Videomikrographie.

Vet. med. Diss., München.

RUBENS, R., M. DHONT, and A. VERMEULEN (1974):

Further studies on Leydig cell function in old age.

J. Clin. Endocrinol. 39, 40 - 44.

SCHIRREN, C., G. LANDAHM, E. HARTMANN, I. HEINZE und E. RICHTER (1975):

Untersuchungen zur Korrelation morphologischer und biochemischer Meßgrößen im menschlichen Ejakulat bei verschiedenen andrologischen Diagnosen. I) Beziehung zwischen Ejakulatvolumen, Zahl, Motilität und Morphologie der Spermatozoen unter Berücksichtigung des Lebensalters.

Androlog. 7, 117 - 125.

SCHRÖDER, L. (1986):

Morphologische und physiologische Daten der Haus- und Laboratoriumstiere.

Ed. S. Hirzel Verlag Leipzig.

SCHRÖPPEL, I. (1988):

Untersuchungen der Motilität von Spermien einiger Haustierarten mit einem Computer-Videomikrographie-Verfahren.

Vet. med. Diss., München

SCHUBÖ, H. and H. - M. UEHLINGER (1986):

SPSS-X-Handbuch der Programmversion 2.2..

Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.

SCHWARTZ, D., M. J. MAYAUX, A. SPIRA, M. L. MOSCATO, P.

JOUANNET, F. CZYGLIK and G. DAVID (1983):

Semen characteristics as a function of age in 833 fertile men.

Fert. Steril. 39, 530 - 535.

SCHWARZ, E. (1969):
Theoretische und praktische Grundlagen der Bullenprüfung im
Rahmen der künstlichen Besamung.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 76, 336 - 341.

SEKONI, G. und B. K. GUSTAFSSON (1980):
An incidence of sperm abnormalities in dairy bulls and ef-
fects of age and season.
9th Intern. Congress on Anim. Reprod. and A.I., Vol. III.,
Symposia, Madrid, 284.

STOLLA, R. und W. LEIDL (1971):
Quantitative, histologische Untersuchungen des Hoden-
wachstums bei Bullen nach der Pubertät.
Zbl. Vet. Med. A, 18, 563 - 574.

SWIERSTRA, E. E. (1974):
A comparison of regular ejaculation with sexual rest on
semen characteristics and reproductive organ weights in
young boars.
J. Anim. Sci. 39, 575 - 581.

SWIERSTRA, E. E., M. R. GEBAUER and B. W. PICKETT (1974):
Reproductive physiology of the stallion.
I. Spermatogenesis and testis composition.
J. Reprod. Fertil. 40, 113 - 123.

SZILAGYI, J. (1961):
Der Einfluß von Alter und Jahreszeit auf die Samenproduk-
tion von Stieren.
Ref. a. d. 11. internat. Fachtag. f. Wels 1961

TANABE, T. and G. W. SALISBURY (1946):
The influence of age on breeding efficiency of dairy cattle
in artificial insemination.
J. Dairy Sci. 29, 337 - 345.

THOMPSON, D. L., Jr., B. W. PICKETT, E. L. SQUIRES and R.
P. (1979):
Testicular measurements and reproductive characteristics in
stallions.
J. Reprod. Fert., Suppl. 27, 13 - 17.

VERMEULEN, A., R. RUBENS UND L. VERDONCK (1972):
Testosterone secretion and metabolism in male senescence.
J. Clin. Endocrin. 34, 730 - 735.

WEITZE, K. F. (1977):
Untersuchungen zur Tiefgefrierkonservierung von Kanin-
chensperma.
Habil.-Schr., Hannover.

WILLET, E. L. and J. I. OHMS (1957):
Measurement of testicular size and its relation to repro-
duction of spermatozoa by bulls.
J. Dairy Sci. 40, 1559 - 1569.

WÖRGAU, T. (1986):

Zur Bedeutung tertiärer Anomalien für die Beurteilung der Spermienmorphologie.

Vet. med. Diss., München

YOSHIDA, K. I., J. A. LA NASA, J. TAKAHASHI, S. J. WINTERS, H. OSHIMA and P. TROEN (1982):

Studies on the human testis. XVI. Evaluation of multiple indexes of testicular function in relation to advanced age, idiopathic oligospermia or varicocele.

Fert. Steril. 38, 712 - 720.

ZELFEL, S. (1965):

Untersuchungen über die Fruchtbarkeit von Besamungsbullen.

3. Einfluß des Alters der Bullen auf die Spermaeigenschaften und das Befruchtungsvermögen.

Fortpfl. Haust. 1, 314 - 325.

Lebenslauf

Am 26. Juli 1962 wurde ich als zweite Tochter des Arztes Dr. med. Volker Lotze und seiner Ehefrau Ingeborg, geb. Köhn, in Fürth in Bayern geboren.

Nach vierjähriger Volksschulzeit in Burgebrach besuchte ich von 1972 bis 1981 das Goethe-Gymnasium in Einbeck, das Clavius-Gymnasium in Bamberg und die Fredonia High School in Fredonia, N. Y., USA.. 1981 erhielt ich am Clavius-Gymnasium in Bamberg die allgemeine Hochschulreife.

Mit dem Wintersemester 1981 begann ich das Studium der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians Universität in München. Im Oktober 1986 legte ich dort das Staatsexamen ab und bekam im Dezember des gleichen Jahres die Approbation.

Von Januar 1987 bis September 1988 war ich an der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik mit der Anfertigung der vorliegenden Arbeit beschäftigt.

Herrn Professor Dr. W. Leidl danke ich für die Überlassung des Themas und die jederzeit freundlich gewährte Betreuung.

Allen Mitarbeitern unseres Hauses, insbesondere Herrn Dr. J. Braun, sei an dieser Stelle für die Unterstützung gedankt, die mir bei der Anfertigung der vorliegenden Arbeit zuteil wurde.

Den nachstehend aufgeführten Leitern der Besamungsstationen gilt mein besonderer Dank für ihre Mitarbeit:

Dr. Roland Aumüller
Niederbayerische Besamungsgenossenschaft Landshut-Pocking
e.G.
Gut Altenbach, 8300 Landshut

Dr. Klaus Findeisen
Zweckverband II für künstliche Besamung der Haustiere
8919 Greifenberg/Ammersee

Dr. Kurt Fleischmann
Besamungsverein Nordschwaben e. V.
8884 Höchstädt/Donau

Dr. Rudolf Hahn
Besamungsverein Neustadt a. d. Aisch e. V.
8530 Neustadt/Aisch

Dr. Bernhard Kruff
Schweineprüf- und Besamungsstation Oberbayern-Schwaben e.V.
8859 Bergheim b. Neuburg/Donau

Dr. W.W. Lampeter
Besamungsstation der Fa. Meggle Milchindustrie GmbH &
Co. KG
Besamungsstation Rottmoos, 8090 Wasserburg 2

Dr. Rolf Mahler
Rinderbesamungsgenossenschaft e.G.
8940 Memmingen/Schwaben

